

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS



TESIS DOCTORAL

**Análisis mineralógico y químico de unas rocas del Flysch de
la costa de Guipuzcoa**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

María Isabel Hernando Massanet

DIRECTOR:

Ángel Hoyos de Castro

Madrid, 2015

Facultad de Ciencias
(Sección Geológicas)

Universidad Complutense
de Madrid

BIBLIOTECA UCM



5304757237

R.T. 793

"ANALISIS MINERALOGICO Y QUINICO DE UNAS ROCAS DEL

FLYSCH DE LA COSTA DE GUIPUZCOA"



Tesis que presenta:

M^a ISABEL HERNANDO MASSANET

Para optar al grado de Doctor.

Madrid, 1973

X-53-142389-0



Mi más profundo agradecimiento al
Prof. D. Angel Hoyos de Castro,
bajo cuya dirección me ha sido
posible la realización de la Tesis.

A mi madre.

I N D I C E

Página

I. INTRODUCCION

A. Definiciones de Flysch	1
B. El Flysch guipuzcoano	20
1. Historia geológica	20
2. Tectónica	29
Tectónica del País Vasco según	
Gómez de Llarena	37
a) Macrotectónica	37
b) Mesotectónica	41
3. Tipos de Flysch guipuzcoano	44
4. Serie estratigráfica de esta zona	45
Según Gómez de Llarena	45
Según Pierre Rat	48
Cretácica-Eocena del Flysch de	
la costa de Guipuzcoa, según	
el mapa geológico 1:100.000	49
Cretácica-Eocena del País Vasco	
según el mapa geológico	
1:200.000	50
a) Cretácico inferior	50
b) Cretácico superior	51
c) Eoceno	53

Página

II. METODOS

A. Técnicas de preparación de las rocas para su estudio al microscopio	55
B. Análisis mecánico	63
C. Determinación de carbonatos . . .	64
1. Modo de realizar la determinación de carbonatos	66
2. Cálculos	67
D. Extracción de arcillas	68
E. Determinación de materia orgánica .	69
F. Determinación del óxido férrico en cemento	70
G. Análisis químico	71
H. Análisis de arcilla	72

III. MATERIALES (localización de las muestras)

A. Muestras de Ibañarrieta (Iñ.1 e Iñ.2)	73
B. Muestras de Zarauz (Z.1 hasta Z.7) .	74
C. Muestras de Fuenterrabía (Ft.22; Ft.1 hasta Ft.20).	75



IV. ESTUDIO DE LAS MUESTRAS

Muestras de Ibañarrieta

A.	Ibañarrieta.1	.	.	.	.	.	.	.	76
B.	Ibañarrieta.2	.	.	.	.	.	.	.	90

Muestras de Zarauz

[illegible]

Muestras de Fuenterrabía

A.	Fuenterrabía.22	.	.	.	.	.	.	.	196
B.	Fuenterrabía.1	.	.	.	.	.	.	.	209
C.	Fuenterrabía.2	.	.	.	.	.	.	.	221
D.	Fuenterrabía.3	.	.	.	.	.	.	.	237
E.	Fuenterrabía.4	.	.	.	.	.	.	.	254
F.	Fuenterrabía.5	.	.	.	.	.	.	.	266
G.	Fuenterrabía.6	.	.	.	.	.	.	.	277
H.	Fuenterrabía.7	.	.	.	.	.	.	.	286
I.	Fuenterrabía.8	.	.	.	.	.	.	.	297
J.	Fuenterrabía.9	.	.	.	.	.	.	.	308

Página

K. Fuenterrabía.10	. . . . .	319
L. Fuenterrabía.11	. . . . .	329
M. Fuenterrabía.12	. . . . .	339
N. Fuenterrabía.13	. . . . .	347
Ñ. Fuenterrabía.14	. . . . .	356
O. Fuenterrabía.15	. . . . .	366
P. Fuenterrabía.16	. . . . .	378
Q. Fuenterrabía.17	. . . . .	389
R. Fuenterrabía.18	. . . . .	401
S. Fuenterrabía.19	. . . . .	411
T. Fuenterrabía.20	. . . . .	422

V. DISCUSION

A. Carbonatos	432
B. Materia orgánica y compuestos de hierro en cemento	435
C. Arena limpia en las tres fracciones (me- nores de 0,5mm)	437
D. Fracción pesada y ligera	439
E. Mineralogía de la fracción pesada	442
Asociación de minerales pesados transparentes	442
1. Comparación de asociaciones en las muestras que las presentan en las dos fracciones	445
2. Rocas análogas por la asocia- ción media de las dos fracciones	449

	<u>Página</u>
Areniscas	453
Areniscas calcáreas	462
Margas arenosas	470
Margas	475
Margas calcáreas	479
Lutitas	483
Minerales opacos	488
Glaucionita	491
F. Índice de madurez de las muestras en función de los minerales pesados trans- parentes	492
1. En rocas que presentan abundantes minerales pesados transparentes	495
2. En rocas con escasos minerales transparentes	495
G. Mineralogía de la fracción ligera	497
Relación cuarzo/feldespato media de las tres fracciones	503
H. Estudio en lámina delgada	506
I. Análisis mecánicos	509
J. Análisis químicos	518
K. Análisis de arcillas	527

Página

VI. CONCLUSIONES	533
VII. BIBLIOGRAFIA	548

I. I N T R O D U C C I O N

A. DEFINICIONES DE FLYSCH

Gómez de Llarena (9) en sus "Observaciones geológicas en el flysch Cretácico nummulítico de Guipuzcoa" dice que el primer problema que se presenta en el estudio del flysch es su definición; que los diversos autores eluden darla de forma clara y precisa, lo que sorprende por tratarse de un término litológico tan usado en el lenguaje geológico.

El primero en dar una definición del flysch, fué Studer (27) en 1827.

STUDER (27) 1827. Considera al flysch como "una secuencia clástica", teniendo las rocas que lo forman una estructura esquistosa.

En cuanto a los materiales: alternancia de esquistos y areniscas grises, teniendo un caracter muy complicado, debido a la presencia de bloques y capas calcáreas, brechas calcáreas, capas de cuarzo y sílex. Las are

niscas son de naturaleza calcárea y compactas; los esquistos, margosos.

Es posible, explica Gómez de Llarena que Studer empleara este vocablo por la propiedad que tienen los terrenos de resbalar o desprenderse con facilidad sus capas (Flyssig, en alemán es fluente, resbaladizo).

LAPPARENT (14 y 15), 1918-1924. A propósito del flysch en Hendaya, entre Cabo Higuer y Fuenterrabía y en la Ría de Pasajes, este autor afirma que la causa de las alterancias en las series flysch es debida a oscilaciones de la línea de costa, y a lo largo de un período geológico han podido existir sin que estratigráficamente se noten transgresiones y regresiones importantes. Ha debido existir una causa mecánica para hacer que un depósito de materiales de origen terrestre, litoral o sublitoral, haya recubierto otro de origen pelágico. Entonces expone: que si en la corteza terrestre se imagina la existencia de dos compartimentos, uno continental, que asciende y otro oceánico, que se hunde, el nivel del mar acusa estas alteraciones. El movimiento cortical es brusco por sacudidas, cada una de éstas es seguida por una fase de excavación del compartimento continental. Las tierras quedan sometidas a la denudación, sus detritos llegan a alta mar, donde se sedimentan y recubren las calizas de origen pelágico. La sacudida produce, a veces, en la masa de agua oceánica, corrientes que llevan los sedimentos litorales (areniscas) a superponerse directamente sobre las calizas pelágicas. Estas, fragmentadas por las corrientes se redu-



FACULTAD CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA

3.

cen a brechas.

Como se deduce, Lapparent atribuye las formaciones flysch a causas puramente tectónicas.

En cuanto a la batimetría, cree que los sedimentos flysch se han formado a poca profundidad.

ARBENZ (2) 1919 y ARGAND (3) 1920. El flysch es una facies de cierre de geosinclinales y de antefosas, y se halla unido a las fases de progresión de las cordilleras.

VAN DER GRACHT (34) 1932. El flysch es una facies orogénica, formándose en el geosinclinal inmediatamente antes de su mayor elevación, cuando el diastrofismo inicial ha desarrollado ya crestas interiores expuestas a la erosión.

TERCIER (30) 1947. Definición y materiales: El flysch es de naturaleza detrítica o terrígena y más raramente orgánogena y se muestra como una alternancia más o menos regular de areniscas y pizarras micáceas con intercalaciones ocasionales de conglomerados o calizas. La arenisca es constante en el flysch, desde el grado más fino hasta los conglomerados de gruesos elementos. Las pizarras margosas, silíceas y arcillosas, junto con las areniscas, son las rocas fundamentales del flysch; pero siempre alternantes con éstas. Las calizas puras son raras. Las calizas orgánogenas del flysch más típicas aparecen a modo de lentejones en medio de otros sedimentos.

La estratificación del flysch es de una regula-

ridad asombrosa. Sobre todo, los bancos de arenisca aparecen netamente separados de los margosos y arcillosos por superficies planas y paralelas. Los bancos, en general, son muy homogéneos, lo mismo de arenisca que de pizarra. Los bancos de arenisca, relativamente potentes, pueden estar formados abajo por elementos gruesos, a veces por conglomerados, y en su parte superior por elementos finos, con una zona intermedia de paso; pero no hay intrincaciones de areniscas gruesas y finas, como ocurre en la molasas. El espesor total del flysch llega a ser considerable.

Génesis.- Considera al flysch como una formación sedimentaria geosinclinal, depositada en cuencas marinas situadas alrededor de archipiélagos y al borde de cordilleras en vía de levantamiento. De estas cordilleras provienen los materiales detríticos, que, alternando, forman capas sucesivas de arenisca y pizarra y llegan a constituir así series de gran potencia total. Por el juego recíproco del levantamiento de las cadenas montañosas y de la sedimentación activa en las cuencas al borde de ellas, los mares, primitivamente profundos, van poco a poco rellenándose hasta quedar colmados. De aquí que el flysch sea, en realidad, una facies de cierre de geosinclinales.

Por la estratificación que presenta el flysch, así como por la inexistencia de la estratificación entrecruzada, la escasez de ripplemarks y de arrugas de solifluxión, llevan a este autor a pensar que el flysch no recibe más que de modo limitado la influencia del régimen

litoral o propio de las plataformas continentales extensas y de escasa profundidad. Sobre todo, las grandes series de areniscas alternantes con pizarras se han depositado, de seguro, en parte al menos, en profundidades situadas más allá del dominio estrictamente nerítico.

En cuanto a la batimetría del flysch, declara Tercier que es un problema difícil y con falta de argumentos decisivos, por lo que se limita solo a bosquejar este problema. Supone que el flysch no está solo limitado a la región nerítica; si bien parece evidente que los grandes bloques exóticos, las brechas, conglomerados y areniscas psefíticas se han debido formar a profundidades escasas cercanas a las costas; en cambio, las series de tan asombrosa regularidad de areniscas finas alternantes con pizarras margosas de globigerinas y pizarras arcillosas, que constituyen la parte principal de la facies flysch, corresponden a depósitos más profundos, acumulados, al menos, en parte, sobre el talud marítimo o sobre el fondo de cuencas cuya profundidad pudiera muy bien pasar los 1.000 metros en ciertos casos.

VASSOEVICH (35) 1948. Este autor considera al flysch como una formación marina, relativamente potente, caracterizada por una alternancia regular de al menos dos, pero habitualmente tres, cuatro o cinco variedades litológicas, que contiene, al menos, uno de los dos elementos granulométricos (rocas granulosas o rocas no granulosas); formando normalmente semiciclos. Pobre en macrofauna y microfau

na, aunque, a veces, contiene *Fucoides* e *Hieroglyphos*.

De origen marino. Cree que los movimientos oscilatorios son la causa probable de la estratificación rítmica del flysch.

PETTIJOHN (21) 1949. Las opiniones de este autor sobre el ambiente donde se depositó el flysch están de acuerdo con la clasificación de los dominios sedimentarios de Tercier.

Flysch: serie rítmica, con estratificación uniforme y gradada, de caracter marcadamente arcilloso, formada por alternancia de lutitas y bancos de arena de tipo *Grauwaca*. Asociadas al flysch es frecuente encontrar rocas verdes eruptivas, normalmente espilitas y también tobas básicas. En algunos perfiles se han encontrado calizas en forma de estratos gradados.

En cuanto a su formación indica que es de origen de sedimentación geosinclinal, normalmente, eugeosinclinal, donde hay actividad volcánica. Ambiente marino entre 300 y 1500 metros de profundidad. Apoya la teoría de las corrientes de turbidez como causa de la formación de los depósitos; corrientes que, cuando van cargadas de carbonatos, pueden ser el origen de las calizas del flysch.

RECH-FROLLO (24) 1950. Dice que es una facies a la vez marina y continental. Los elementos detríticos angulosos aparecen cementados por una ganga en donde se halla la

glauconita, los Foraminíferos, etc. La consolidación de los sedimentos ha debido de ser muy rápida; lo que ha evitado el desgaste del material detrítico por la acción mecánica del mar.

El flysch es para esta autora un sedimento de orogénesis, ligado estrictamente a la evolución tectónica especial de cada cadena en particular. Madame Rech-Frollo clasifica, en efecto, el flysch norpirenaico bajo el vocablo de "Molasa de facies Flysch", apoyándose sobre distinciones petrográficas y geológicas muy variadas y difícilmente aplicables.

GIGNOUX (7 y 8) 1950. Define el flysch como una alternancia de esquistos negros con intercalaciones de finos bancos calcáreos de pocos centímetros de espesor y de grano fino (areniscas calcáreas) y nódulos calcáreos pelágicos. Considerándolo como facies marina de geosinclinal.

KUENEN (13) 1950. Defensor de la teoría de las corrientes de turbidez en la formación del flysch. En síntesis, se supone que las repetidas invasiones de las corrientes turbias, nacidas en la zona litoral o sublitoral y cargadas de arenas y otros materiales, descienden hasta las regiones profundas oceánicas, en donde, hablando en sentido geológico, se sedimentan instantáneamente. Tras cada una de estas invasiones, el depósito lento del material finobatial recubre el detrítico de origen somero.

Este autor, explica como formadas bajo el régimen de estas corrientes de turbidez, la estructura convoluta de la arena y la formación del flysch en grandes profundidades marinas. Reitera la ausencia de ripplemarks de oleaje, escorriduras, estratificación entrecruzada y otros signos sedimentarios indicadores de escasa profundidad en las cuencas geosinclinales de los Alpes.

GOMEZ DE LLARENA (9) 1954. Considera al flysch como una serie de estratos de desigual composición, que se siguen alternantes o en secuencias bien definidas, destacándose cada estrato de los contiguos. El espesor de los estratos oscila entre menos de un centímetro y varios metros. Petrográficamente puede ser: una alternancia de areniscas y pizarras (flysch típico), una alternancia de calizas y margas, una alternancia de arenisca caliza y caliza.

Explica su origen como formación marina de plataforma continental, bajo un régimen de transgresiones y regresiones de corta duración, así como acompañada esta zona de subsidencia; o bien se puede haber formado en la zona sublitoral donde la marea ya no descubre la superficie, aunque el flysch más típico es el litoral.

Este autor está de acuerdo con Huang y Walter (11) en cuanto a la formación del flysch en cuencas eugeosinclinales, donde hay gran actividad magmática; o en miogeosinclinales donde la actividad magmática es menor o está ausente. Tesis en la que se basa Gómez de Llarena para apoyar el origen litoral o sublitoral del flysch:

"Presencia de relieves y huecos producidos por la acción mecánica del agua, arrugas de solifluxión, grietas de desecación, fenómenos de dolomitización y presencia de silex concrecional. Rara vez se da estratificación cruzada.

LOMBARD (16) 1956. Petrográficamente considera el flysch como una alternancia de areniscas, esquistos, calizas, a veces margas, teniendo conglomerados poligénicos así como brechas (wild-flysch). La fauna en los esquistos y series calcáreas es abundante de tipo pelágico. En las calizas y arenas se encuentra microfauna bentónica transformada. Los esquistos y calizas margosas pueden tener pistas, hyeroglyphes y fucoides.

Estos sedimentos se depositan en cuencas paralelas a cadenas en vías de orogénesis, en fases anteriores al paroxismo tectónico. Si hacemos un esquema vemos: en el borde de la cordillera levantada, depósitos de wild-flysch; en la cuenca, depósitos de flysch de elementos más finos; en el flanco contrario al del wild-flysch, se encuentra el sublysch; inmediatamente después, tenemos la zona epicontinental donde se depositan calizas. Lombard considera el flysch como un sedimento marino.

MANGIN (17) 1958-1962. Define el flysch como una serie marina constituida por elementos terrígenos de todos los tamaños, sedimentada, en general, por una alternancia de elementos finos y elementos groseros, alternancia más o menos rítmica que hace aparecer una sucesión de horizon-

tes distintos de espesor variable, en el seno de cada uno de los cuales los elementos no son clasificados por debajo de una dimensión máxima.

La sedimentación de tales estratos se hace, generalmente, en un área activamente subsidente, bordeando un orógeno en formación, mar poco abierto a las influencias exteriores, de dimensiones bastante pobres para que los efectos de las corrientes de marea sean allí bastante reducidos.

Mangin escribe, entonces: "así pueden imprimirse las huellas de patas de aves, así como los flute-cats, acumulándose fuertes espesores y quedar indelebles los ritmos de aporte".

Los esfuerzos tectónicos sufridos por los sedimentos del flysch hacen aparecer una esquistosidad variable. Esta esquistosidad secundaria es diferente de la hojiosidad.

Este autor añade que la originalidad de la facies flysch tiende a la movilidad en conjunto del fondo receptor y del área productora, testimonio de una actividad orogénica manteniendo un poco más igualado el espesor de la capa de agua, por equilibrio entre las velocidades de subsidencia y sedimentación.

RAT (23) 1959. Define el flysch como grandes depósitos con los siguientes materiales:

Material esencialmente detrítico terrígeno,

grueso o fino, a veces un poco calcáreo.

Series de aspecto hojoso. Aunque, en general, se aplica el nombre de flysch a una formación esquistosa arenosa.

Dice que el flysch posee variabilidad en sentido vertical y horizontal, aunque al mismo tiempo es una serie monótona.

Es pobre en fauna, debido a las malas condiciones de vida y dificultades de conservación. La microfauna es esencialmente pelágica.

Como atestiguan estas definiciones no hay un carácter único común a todas las formaciones del flysch. La sedimentación en medio orogénico es demasiado variable de un lugar a otro.

TWENHOFEL (31 y 32) 1961. Define el flysch como una serie de depósitos caracterizados por aumentar su tamaño de grano de base a techo.

Es un depósito orogénico que yace en un geosinclinal previo a la mayor elevación, cuando comienza el diastrofismo inicial. El ambiente de deposición marino o continental.

HUANG (11) 1962. El flysch es una serie alternante de capas: arcillas, areniscas calcáreas, pizarras oscuras y limos. Las arenas del flysch son de tipo grauwáquico.

Formado en eugeosinclinales (zonas costeras hacia el exterior del continente), estas son zonas de actividad volcánica y de rápida subsidencia. También se pueden encontrar depósitos de flysch en exogeosinclinales, situados al margen de los cratones, y en epieugeosinclinales, que son fosas muy hundidas y estrechas sin actividad volcánica. Estos dos tipos de geosinclinales se encuentran en zonas costeras hacia el interior del continente.

En el caso concreto de los Alpes se puede decir que el flysch se ha formado, en geosinclinales marinos o en antefosas que precedían a las pulsaciones más importantes de la orogenia alpina.

TALENS y MINGARRO (28) 1963. Estos dos autores nos definen el flysch, como una alternancia rítmica, de materiales margosos, arenoso y arcillosos, rara vez conglomeráticos.

En cuanto al origen: marino; de facies orogénica debido a la destrucción de los relieves creados y emergidos ya en las primeras fases orogénicas.

BÜLOW (4) 1963. Este autor ha estudiado el flysch de los Alpes suizos, alemanes y austriacos, llegando a la conclusión de que el flysch es una serie de estratos alternantes de areniscas y pizarra arcillosa en la que al ablandarse la arcilla deja sueltos los estratos de arena que se desprenden bloques.

KRUMBEIN y SLOSS (12) 1963. Son sedimentos caracterizados por su gran espesor de tipo pizarra, marga, grauwaca o areniscas vacas arcóscicas del tipo de turbidez. Esta denominación ha tenido poca aceptación en Norteamérica, pero su uso se ha extendido en Europa (flysch) para abarcar muchos agrupamientos sedimentarios de los que se creen que representan depositación "preorogénica" o "sinorogénica" relacionada con la actividad geosinclinal. En esta aplicación ampliada, el término flysch se ha transformado en un modelo conceptual que está estrechamente relacionado con un modo inferido de origen.

El flysch alpino (tipo) representa deposición sobre cuencas marginales en cualquiera de los dos flancos de la tendencia orogénica alpina, y puede considerarse como el equivalente soterrado a poca profundidad de lo que se llama grauwaca intermedia.

DZULINSKY y WALTON (6) 1965. Estos autores son los que nos dan las ideas más claras sobre el flysch, sus componentes y estructuras, etc.

Flysch: Sucesión alternante de finos sedimentos de pizarras, margas, rocas ferruginosas y rocas limosas, que alternan con gruesos sedimento de areniscas o calizas detríticas. Para simplificar estas denominaciones, a los sedimentos finos los llaman pizarras y a los gruesos areniscas. Las areniscas contienen, a veces, una cierta cantidad de arcilla. El flysch normal tiene una proporción semejante de pizarras y areniscas. El flysch arenoso

tiene mayor cantidad de arena, y el pizarroso, de pizarras. En el interior de la potente secuencia del flysch hay subfacies en las cuales predominan gruesos o finos sedimentos. En las areniscas se pueden encontrar hieroglyphs (marcas de pisadas), de origen orgánico o inorgánico. Las arenas presentan, a menudo, estratificación gradual; a veces las arenas finas tienen laminaciones, huellas de corriente, ripples y laminaciones plegadas. Entre la serie del flysch existen y es fácil de encontrar bloques exóticos. En el flysch no hay muchos fósiles. Las pizarras pueden tener microfósiles pelágicos o bentónicos. Las areniscas pueden presentar fósiles alóctonos muy fracturados. Interestratificadas en el flysch pueden existir rocas volcánicas. La estratificación cruzada a gran escala no es normal encontrarla.

De origen marino, a más de 200 metros de profundidad.

DELOFREE (5) 1965. En su "Etude géologique du flysch crétacé supérieur entre les vallées de l'Ouzom et du gave de Mauléon (Basses-Pyrénées)" reseña claramente los materiales constituyentes del flysch.

Brechas: Pueden representar el wild-flysch. Concretamente en Guipuzcoa, en la zona de Orio lo representa. Estas brechas se suelen dar en la base del Cenomane inferior y también en el Eoceno. Están constituidas por cantos angulosos o redondeados de gran tamaño, pudiendo tener entre los cantos cemento o estar éste ausente.

Los cantos pueden ser: silíceos, calcáreos o dolomíticos, aunque los más abundantes son los primeros debido a su mayor resistencia. El cemento puede ser: calcáreo o ferruginoso. Estas brechas se pueden producir por deslizamientos submarinos y por derrumbamiento de relieves bruscos, unido a una erosión violenta y a una sedimentación brusca. Pueden contener fósiles como: Orbitolinas, restos de moluscos y equinoides.

Microbrechas calcáreas: Se encuentran con facilidad en las formaciones flysch de la serie Cretácico superior. El material que las forma, puede ser calcáreo o arenoso. El tamaño de los cantos es como máximo de uno a dos centímetros. Se trata normalmente de material de costa.

Arenas: Son de grano fino o grueso, unidos o sueltos y de apariencia micácea, psamítica o carbonatada. Los granos de cuarzo pueden ser angulosos o subredondeados, normalmente isométricos. El cemento generalmente es calcáreo, de calcita cristalizada, aunque también puede tener limonita, arcilla amorfa y glauconita, raramente se encuentra pirita. Estas arenas son productos de una sedimentación litoral.

Calizas: Pueden existir tres tipos de calizas:

- A) Calizas con un contenido variable en cuarzo y arcilla.
- B) Calizas silíceas.
- C) Calizas arcillosas.

Dentro de las primeras, podemos hacer dos subdivisiones: 1ª) Biosparitas o rocas aloquímicas espáticas:

son las que se encuentran con más facilidad en la serie flysch. Es una caliza cuyos constituyentes son aloquímicos en su mayor parte; foraminíferos cementados por calcita. El medio de formación de estas calizas es de corrientes fuertes y persistentes. 2ª) Biomicritas o rocas aloquímicas microcristalinas: es una caliza cuyos constituyentes son alóctonos, como espículas de esponjas y radiolarios, cementados por matriz microcristalina de calcita. Pueden tener como matriz limo. En las biomicritas existen más arcillas y se conservan mejor los fósiles que en las biosparitas.

B) Calizas silíceas: Contienen una proporción grande de sílice en forma de cuarzo criptocristalino, calcedonia y, a veces, ópalo. Son las calizas más duras al golpearlas con el martillo, saltan chispas. En su composición tienen una pequeña cantidad de magnesio (1,5%). En estas calizas lo que se debe producir es una silidificación, por sustitución de elementos calcáreos por elementos silíceos, molécula a molécula.

C) Calizas arcillosas: Son calizas grises. Se encuentran muy extendidas. Tienen bastante óxido de hierro y pirita en nódulos. También pueden tener glauconita.

Arcillas: En estas existen los minerales típicos de la arcilla: caolín, montmorillonita e illita, etc., pudiendo aparecer en cantidades variables.

Considera al flysch como una serie rítmica. En cuanto a estas variaciones rítmicas no solo las considera debidas a movimientos de levantamiento de los continentes



vecinos, sino también a factores climáticos, a las áreas subsidentes, a la topografía del fondo marino, así como a las corrientes que han podido intervenir al mismo tiempo.

VIRGILI (38) 1968. Define el flysch como una serie rítmica. Un ciclo de flysch lo podríamos considerar como formado por: intervalo pelítico-laminado superior-estratificación cruzada, ondulada y cruzada (intervalos de laminaciones de corriente)-intervalo laminar-zona gradada con granuloclasificación-solc-marks.

Conclusiones: Como hemos podido ver en las teorías anteriormente expuestas, todos los autores citados coinciden en los siguientes puntos:

- El Flysch es una serie rítmica, idea que viene a remarcar, la importancia que en el flysch tiene la repetición de niveles litológicos; importancia decisiva para su definición.
- Caracter gradado.
- Caracter detrítico.
- Intercalaciones de grandes bloques.
- Intercalaciones de rocas volcánicas.
- El Flysch es de facies orogénica, provinien-do de la destrucción de las cordilleras en vías de levantamiento o formación, depositándose en geosinclinales.
- Depósitos marinos, existiendo desacuerdo en cuanto a la profundidad. Hay una serie de autores para

los cuales el flysch se depositó en zonas litorales o en zonas de profundidades menores de 200 metros. Para otros autores las profundidades marinas en las que se depositó el flysch son muy superiores a las consideradas por los anteriores autores, superiores a los 200 metros.

Conviene hacer destacar que algunos autores creen debido el origen del Flysch, a una corrientes especiales llamadas de turbidez como Pettijohn (21) y Kuenen (13). Otros autores, atribuyen el origen del Flysch a oscilaciones marinas de tipo transgresivo y regresivo de pequeña intensidad, como Gómez de Llarena (9). Por último, otros autores afirman que la ritmicidad del Flysch es debida a movimientos oscilatorios simplemente.

Como punto final a estas conclusiones, diremos que hemos encontrado dos tendencias manifiestas en los autores consultados: La Europea que lo define como una entidad individual y la Norteamericana, que lo define como un tipo de asociaciones clásticas. Tendencias que llegan a las mismas conclusiones fundamentales: ritmo en la sedimentación y formación en un geosinclinal.

B. EL FLYSCH GUIPUZCOANO

1. HISTORIA GEOLOGICA

En Guipuzcoa, la facies flysch aparece distribuida verticalmente desde el Jurásico al Cretácico Superior (29), con ligeros intervalos durante los cuales se depositaron calizas litorales. Todos los pisos desde el Cenomanense hasta el Eoceno Superior están representados por facies flysch de varios metros de espesor.

Nos vamos a referir solamente a la historia, tectónica, tipos y estratigrafía de los sedimentos depositados sobre la caliza urgoniana, sobre la que el flysch se presenta en manifiesta discordancia transgresiva. Gómez de Llarena dice haber encontrado este flysch, pizarro-arenoso, en Asteazu (Km. 25 de la carretera Villalba a Orio) y en Oyarzun, donde dicha discordancia se reconoce por doquier (9).

La base del flysch es un conglomerado poligénico, formado por grandes bloques de caliza y marmol urgonianos y arenisca triásica.

El autor anteriormente citado considera que el límite superior del flysch está determinado, en Guipuzcoa, por las areniscas eocenas de la costa de Jaizquibel, las más elevadas de la formación. Ruiz de Gaona (1948) (26), asigna la edad luteciense a estas areniscas de Guipuzcoa, que fueron plegadas, junto con los terrenos de su substrato, durante los movimientos orogénicos de las facies pirenaicas, al igual que el autor francés Rat (23). Sin embargo, en los mapas de Guipuzcoa 1:100.000 (18) y 1:200.000 (19) estas areniscas están datadas como de edad montiense.

Todos los terrenos aflorantes en la costa de Guipuzcoa forman parte de la gran Cuenca Cantábrica (19). Dicha Cuenca ha tenido caracteres marinos o de transición marino-continental, al menos durante todo el Mesozoico y a lo largo del Terciario Inferior. Posteriormente, la regresión marina que se inicia en el Cretácico y la emersión de la Cuenca, provocadas ambas por la orogenia alpina, determinan un cambio total en las condiciones de la sedimentación, y el medio pasa a poseer características netamente continentales.

Un hecho importante, que condiciona muy tempranamente la sedimentación en la Cuenca Cantábrica es la compartimentación de la misma en pequeñas cuencas o surcos secundarios, gracias a la formación precoz de umbrales originados por una tectónica epirogenética de fondo, que corresponde muy verosimilmente a presiones previas a los esfuerzos alpinos. Dichas presiones tienen como consecuencia la fracturación del zócalo, cratonizado, con la

correspondiente formación de horsts y fosas según unas directrices determinadas. Estas directrices son sensiblemente paralelas a la dirección del plegamiento alpino, que posteriormente se instala sobre el área de la Cuenca. El relieve de los umbrales puede exagerarse debido a la migración de la sal triásica desde las zonas deprimidas subsidentes.

En el curso del Aptense y hasta el Albense Inferior se instala un ambiente francamente marino (dominio marino). Esta implantación del régimen marino no fué simultánea en toda la región del golfo vasco-cantábrico, por lo que los límites entre la formación wealdica y urgo-aptense no corresponde a un nivel cronológico preciso. Existen, así, indentaciones verticales de facies entre ambas formaciones.

Durante el depósito del complejo sedimento urgo-niano se necesita invocar una subsidencia considerable del fondo de la cuenca, para explicar la enorme potencia de la formación.

La gran potencia de las calizas urgo-aptenses de la escama de Aralar, Aitzgorri, Monte Erio y casi todo el anticlinal de Vizcaya, hace suponer la existencia de unos umbrales, pero con una subsidencia, a la vez, muy lenta, necesaria para favorecer el desarrollo ininterrumpido de Rudistas y Políperos, y continúa, para explicar el desarrollo de estas facies.

La repartición de las facies de calizas zoóge-

nas y argilitas, formadas en condiciones batimétricamente diferentes, pone de manifiesto la existencia de movimientos intraaptenses. Así, la localización de las masas con Rudistas sugiere dos umbrales del fondo submarino, relacionados con dos pliegues de fondo: uno, prolongación hacia el N.O. del Macizo de Cinco Villas; el otro, sobre el que se asienta el umbral urgoniano de Ramales.

Durante el Albense Superior de nuevo tiene lugar la puesta en marcha de importantes movimientos epirogenéticos, con el consecuente rejuvenecimiento del terreno en las áreas emergidas (Macizo de Cinco Villas, Macizo Castellano y Macizo de la Rioja o Ebro).

Como consecuencia de la elevación general del continente y el rebajamiento del fondo submarino del Golfo Vasco-Cantábrico, se produce un cambio radical en la sedimentación. Las calizas recifales dejan de proliferar con tanta profusión y quedan restringidas al Sur del Aitzgorri y entre Cegama y Alsasua. Las facies areniscosas y terrígenas se difunden ampliamente, llegando a cubrir toda la región.

Los materiales arenoso-arcillosos provenían del S.O. haciéndose más finos hacia el N.O., de tal manera que en el E. de Guipuzcoa el episodio supraurgoniano se individualiza de manera menos neta con respecto al urgoniano y, a veces, su separación es muy arbitraria.

En el Cenomanense comienza una nueva transgresión marina, generalizada en el Cenomanense Superior, co-

mo consecuencia de una primera fase premonitoria- de la orogenia alpina, se produce un levantamiento del área, que actualmente corresponde al Anticlinal Vizcaino, y una subsidencia progresivamente mayor hacia el S. del surco alavés. Así, el eje de la cuenca sedimentaria se translada hacia el S., dando lugar a un depósito potente de sedimentos marinos, terrígenos principalmente.

Se instalan, de este modo, durante parte del Albense, Cenomanense, Turonense, Coniaciense, Santonense y parte del Campaniense condiciones de sedimentación típicas de la zona marina de plataforma. Ello, no obstante, debido a la proximidad de zonas costeras y a la especial configuración del fondo de la cuenca, con umbrales de poca profundidad a lo largo de esta etapa, pueden depositarse sedimentos atípicos de la plataforma.

En los Pirineos Vascos es probable que el mar cretácico superior no llegase a cubrir la totalidad del Macizo de Cinco Villas, sino que rodearía esta unidad por el E. y O. Los dominios del flysch norpirenaico estarían unidos por brazos de mar más o menos estrecho.

El hecho de que los materiales depositados en la Cuenca Alavesa, sobre todo en la zona más profunda, difieran notablemente de los sincrónicos depositados en la Cuenca Guipuzcoana, tiene una especial significación paleográfica; la de que el umbral o Macizo Vizcaíno alcanza se la elevación suficiente para impedir que la facies flysch-Cretácico Superior septentrional , se extendiese

hasta la cuenca alavesa.

En el sinclinatorio de Vizcaya, tuvo lugar una erupción volcánica en el Cenomanense, que suministra a la cuenca cantidades considerables de material eruptivo, de naturaleza andesítica (basaltos espilíticos), que adoptan una estructura típica de "lavas almohadilladas". Estas masas se reparten sobre todo en Guipuzcoa, al S. de Azcoitia y Elgoibar, prolongándose en Vizcaya hacia Guernica, lo que hace pensar que las fracturas del zócalo fueron particularmente intensas en esta zona. Asimismo, hay una intensa migración salina desde el Surco Alavés en dirección N. y S. .

El Campaniense Superior inaugura una nueva etapa de elevación de las áreas parcialmente emergidas o de bajo fondo de la etapa sedimentaria anterior, el Macizo del Ebro y el Vizcaino, la cual abarca además el Maestrichtiense, Eoceno y, quizás, parte de Oligoceno. Durante este tiempo la Cuenca Alavesa tiene carácter de zona costera. Los aportes terrígenos son muy importantes durante el Campaniense Superior y parte del Maestrichtiense. Tras una importante erosión, debido a una elevación de la cuenca y al correspondiente descenso del nivel de base de sedimentación, se instalan condiciones que facilitan el desarrollo de arrecifes y el depósito de sedimentos carbonatados.

El Maestrichtiense corresponde a un período regresivo que se acentúa en el límite Cretácico-Terciario,

donde las facies de capas rojas (Vizcaya y Guipuzcoa), presentan términos litológicos expresivos de medios sedimentarios diferentes.

La regresión del Maestrichtiense-Terciario no fué brusca, sino con fluctuaciones. Así, en el Suessonien se, en incluso, dentro de las areniscas del Eoceno Medio, vuelven a encontrarse términos litológicos con microfacies que sugieren un medio sedimentario marino alejado de la costa.

Esta regresión lleva las orillas del mar eoceno en Guipuzcoa a la proximidad de las actuales. El mar eoceno debió bordear, en parte, el anticlinorio Tolosa-Arno-Bermeo, ya emergido, penetrado en el surco del sinclinorio de Vizcaya, diferenciándose una península, prolongación del Macizo de Cinco Villas.

Al final del Paleógeno, la implantación de la orogenia alpina provocó el plegamiento pirenaico, la elevación de la cuenca alavesa y los hundimientos de los macizos vizcaínos y del Ebro. Consiguientemente se produce una erosión y sedimentación en áreas estructuralmente favorables, como en la depresión Miranda-Treviño y en la del Ebro. Tal proceso de características netamente continentales, continúan a lo largo de todo Neógeno y en el Cuaternario.

Terán y Solé Sabarís (29) resumen la historia geológica del País Vasco durante el Cretácico y principios del Terciario de la siguiente manera: Entre la Sierra de

la Demanda y la Cordillera Ibérica, durante toda la era secundaria y principios de la terciaria, quedó abierta una depresión estrecha y poco profunda conocida con el nombre de Depresión Vasca. En ella se depositaron los sedimentos que hoy forman el Pirineo Alpino Occidental, y, que, debido a la escasa profundidad de la depresión, son de consistencia petrográfica diferente a los que se depositaron en el resto de la Cordillera pirenaica. Sobre todo desde la mitad de la era secundaria y hasta el paroxismo que hizo emerger definitivamente la cadena, los depósitos acusan la existencia de un mar de aguas poco profundas, en el que se depositaron sendos espesores de capas de calizas arenosas, areniscas y margas arenosas, de consistencia muy uniforme con el caracter típico de "flysch alpino". Por consiguiente, en lugar de la estructura en grandes espesores de capas alternantes de calizas duras y margas blandas, propias del Pirineo Central, encontramos aquí una sucesión casi continua de rocas de consistencia homogénea, que se superponen al complejo calizo con que debuta el Mesozoico. Este cambio en la composición rocosa en la cobertera sedimentaria alpina se traduce en hechos de gran importancia para el modelado.

Las capas sedimentarias de la Depresión Vasca fueron fuertemente comprimidas entre los bloques hercínios, mesetéricos y pirenaicos, y, en tan estrecho espacio, se vieron obligados a replegarse sobre sí mismas, dibujando pliegues y pequeñas escamas rotas e imbricadas, que dan al conjunto una estructura de aspecto caótico, dife-

rente a la del resto del Pirineo.

La combadura de los ejes de plegamiento, y la estructura del espacio disponible, ha sido la causa determinante del estilo caótico tectónico del Pirineo Occidental, en el que es difícil distinguir alineaciones magistrales. Pero se observa cómo las capas que buzan y pasan suavemente bajo el Eoceno horizontal de la Depresión de Pamplona, ascienden hacia el N. hasta alcanzar la cresta de la Sierra de Aralar, primera alineación tectónica del Pirineo Vasco.

Como vemos, estos autores se limitan solamente a esquematizar la formación del geosinclinal donde se depositaron los materiales del flysch, sin interesarse en modo alguno en las transgresiones y regresiones marinas tan esenciales para algunos autores en dicha formación sedimentaria.

2. TECTONICA

Desde el punto de vista tectónico, no cabe la menor duda de que las montañas vascas son esencialmente pirenaicas (29), como lo acreditan la dirección E-O. de sus pliegues. En ellas se da el caso excepcional, solo repetido en una porción más pequeña del Pirineo, de la desaparición de la zona axial, de tal modo que los pliegues de los Prepirineos franceses y de los Prepirineos españoles se juntan por una cicatriz longitudinal. La mitad septentrional de las montañas vascas es la continuación occidental del Prepirineo francés, mientras que la mitad meridional lo es, a su vez, de las unidades Prepirenaicas españolas. Los pliegues pirenaicos van perdiendo progresivamente importancia hacia el O., hasta desvanecerse frente al Paleozoico del bloque asturiano. La estructura de los países vasco-cantábricos responde en su mayor parte a una tectónica de revestimiento. La cobertera Mesozoica y Terciaria, si bien ha actuado por su propia cuenta en los de

talles, en conjunto ha seguido las deformaciones del zócalo. El estilo local refleja la respuesta particular de cada terreno superficial a un mismo esfuerzo orogénico.

Los plegamientos mayores que han dado carácter a la estructura del país cretácico vasco-cantábrico, son de edad pirenaica y, más exactamente, postlutecienses, puesto que el Luteciense terminal que corona en concordancia el flysch Eoceno está plegado en el Macizo de Oiz (Vizcaya). Pero, anteriormente, han tenido lugar movimientos más atenuados, puestos en evidencia por estudios estratigráficos y paleogeográficos, y que han señalado las principales deformaciones del Terciario:

-- Movimientos del fin del Jurásico y comienzos del Cretácico, responsables de toda la historia "weáldica" del golfo vasco-cantábrico.

-- Movimientos aptenses, provocando pliegues de fondo o las flexuras que han localizado los grandes edificios urgonianos.

-- Movimientos albenses, provocando discordancias locales en la base y en el interior del complejo arenoso supra-urgoniano.

-- Movimientos cenomanenses, con cambio radical en la sedimentación y discordancias posibles del flysch de bolas Cenomanense Superior.

En el curso de las diversas fases de la orogénesis pirenaica, el zócalo herciniano reaccionó mediante fracturas y pliegues de fondo de gran radio.

En la parte correspondiente a los Pirineos vascos, se individualizaron varios compartimentos longitudinales o pliegues de fondo:

Un compartimento anticlinal norte, prolonga el Macizo de Cinco Villas bajo la cobertera Mesozoica. Su hundimiento progresivo hacia el O. provoca la desaparición sucesiva hacia Bilbao de los diversos terrenos de la cobertera.

Un surco intermedio, permitiría la conservación del Cretácico Superior y del Eoceno del sinclinorio de Vizcaya. Este canal representaría la continuación occidental de la depresión entre el Macizo de Cinco Villas y el de los Aludes (Navarra).

Una nueva elevación del zócalo, relacionada con el Macizo de los Aludes, explicaría la elevación de la zona anticlinal del Aitzgorri y de Bilbao. Rat (23), se muestra partidario de la existencia de una zona de inflexión en el zócalo, que jugó en diversos sentidos según las épocas:

-- En el Cretácico Inferior y Medio, mediante una subsidencia considerable en la zona de Valmaseda.

-- Durante la orogénesis pirenaica, facilitando al S. la separación de una zona rígida (el Escudo Alavés), y al N. una zona con centro en Vizcaya, que habría reaccionado mediante ondulaciones y fracturas ante los empujes

Otras deformaciones del zócalo, de orientación N-S ocasionaron una especie de flexión, que aprovecha el curso del río Oria. Asimismo, una sobreelevación, desde el diapiro de Murguia hasta el anticlinal diapírico de la

ría de Guernica en Vizcaya.

Estas deformaciones influyeron en la distribución de los diferentes rasgos paleogeográficos y tectónicos.

Las variaciones, tanto en la naturaleza como en la potencia de los materiales secundarios y terciarios influyeron, no solamente en las diversidades de estilo, sino también en las disarmonías en los plegamientos.

Las arcillas yesíferas del Keuper provocaron el despegue de la cobertera con respecto al zócalo herciniano. Las salidas del Keuper fueron, a su vez, inducidas por deformaciones agudas de la cobertera (anticlinal de Azcoitia) o bien por accidentes del zócalo (alineación de los diapiros de Mena, Orduña, Murguía). Esta tectónica de cobertera se manifiesta en el borde del Macizo de Cinco Villas.

En el Cretácico Inferior, el contraste es muy grande entre la flexibilidad de las capas esquisto-arenosas y la rigidez de las calizas urgonianas. Estas diferencias de rigidez en las series geológicas de los Pirineos vascos, dan lugar a importantes accidentes tectónicos al contacto entre ambas formaciones (masa cabalgante del Aitzgorri, la extrusión de Udalaiz, Duranguesado).

Los materiales weáldicos constituyen en algunos puntos una superficie secundaria de despegue entre las calizas del Jurásico y las facies calizas del urgoniano.

El flysch Cretácico Superior y el Terciario, en contraste con el estilo tectónico del Cretácico Inferior en sus facies urgonianas ha respondido ante los empujes orogénicos con pliegues bastante superficiales y disarmónicos.

La evolución tectónica del zócalo en la cuenca Alavesa, queda resumida en los siguientes hechos:

La idea central se basa en que a lo largo de la sedimentación mesozoica y cenozoica tienen lugar dos orogénias --presiones tangenciales-- separadas por una fase de descomprensión. Al fin de la segunda fase orogénica se produce una segunda fase de descomprensión.

Es probable que la primera fase, prealpina, tenga comienzo en el Trias. De todos modos se considera un hecho en el Lias. El aserto se funda en la primera compartimentación de la Cuenca Cantábrica, que tiene lugar durante esta etapa sedimentaria. Dicha compartimentación parece estar provocada no por una tectónica de fractura, sino por un alabeamiento de gran radio, que afecta al zócalo. De la dirección de este gran umbral, y que es la que más tarde seguirán aproximadamente las paleoestructuras del fondo de la cuenca, así como finalmente los pliegues alpinos, es decir, la llamada directriz cantábrica O.NO-E.SE, se deduce que las fuerzas actuantes principales lo hacen según una dirección N.NE-S.SO.

Tras el abombamiento del zócalo y bajo los efectos de las presiones continuadas, probablemente más inten

sas, y rebasado el bajo límite de elasticidad, aquél se fractura, y el apilamiento de las dovelas así formadas, cabalgantes unas sobre otras, determina una mayor elevación del mismo. De manera que pueden resultar áreas emergidas, o cuando menos, gran parte de la cuenca queda sometida a un verdadero desmantelamiento provocado por el notable descenso del nivel de base de sedimentación.

Al iniciarse la fase de descomprensión siguiente, el conjunto de bloques apilados del zócalo tienden a descender. La componente principal de fuerzas en esta etapa es la vertical. No obstante, debido a que existen superficies de discontinuidad establecidas por las fallas inversas de la fase anterior, el movimiento de los distintos bloques tenderá a realizarse a favor de las mismas. Como estas superficies son muy tendidas y la fuerza principal es vertical, se producen nuevas fallas, éstas directas, de distensión, cerca de los extremos de los bloques, los cuales representan zonas de debilidad.

Se originan de esta manera compartimentaciones a modo de cuñas, las cuales tienden a quedar colgadas en el movimiento general de descenso. Es en esta fase cuando se produce la transgresión Cenomanense.

En el Malm Superior-Albense Medio, tiene lugar el hundimiento general de la cuenca y la compartimentación de la misma provocada por un doble fenómeno: el de la individualización y movimiento diferencial de bloques y cuñas, y el de la migración salina desde las zonas más

hundidas a las más elevadas.

En el Albense Superior-Coniaciense, tiene lugar el paroxismo de la fase de descompresión. Se produce un prolongado hundimiento de la cuenca, teniendo lugar una importante transgresión marina, afectando a grandes áreas, al menos durante el Cenomanense.

La tercera fase de compresión, orogenia alpina, se inicia muy tempranamente en el Santoniense. Los bloques continentales, que se hundieron en la etapa anterior, comienzan a elevarse.

En el Campaniense Superior-Maestrichtiense, comienza un movimiento general de elevación a la vez que continua el movimiento de descenso diferencial, inverso al producido durante la etapa que abarca Albense Superior-Coniaciense.

En el Terciario, el plegamiento debido a la orogenia alpina se acusa notablemente, y como consecuencia tienen lugar emersiones muy importantes y extendidas.

Durante esta fase, en la que tiene su mayor repercusión la orogenia alpina, se produce un plegamiento de cobertera con toda la característica secuela de pliegues, fallas inversas, fallas de componente horizontal --desgarres--. Pero tal plegamiento solo es de cobertera, con independencia del zócalo, en pequeños pliegues de detalle, que no pueden considerarse como característicos del estilo tectónico regional.

Las líneas fundamentales de dicho estilo y su caracter esencial queda ligado muy directamente a una tectónica profunda, cuyos rasgos han quedado ya plasmados en el Malm Superior, o al menos, en el Cretácico Inferior.

En cuanto al diapirismo, en sentido estricto, se debe señalar que las extrusiones Triásicas, si bien son una consecuencia de la migración de sal hacia determinadas zonas elevadas desde por lo menos el Albense Superior, son la manifestación de tal fenómeno de extrusión tardía, es decir, durante la etapa álgida del plegamiento alpino, y como consecuencia de la instalación de superficies debidas a fallas de desgarre. Aunque no todos los diapiros son forzosamente sincrónicos, en general, su manifestación puede situarse al final del Paleógeno.

A partir del Mioceno, se producen nuevas distensiones con el establecimiento de fallas de distensión directas, las cuales afectan a todos los materiales preorogénicos.

TECTONICA DEL PAIS VASCO SEGUN J. GOMEZ DE LLARENA (9)

Concretamente este autor se refiere a la tectónica del flysch, que encontramos en dicho país y más concretamente a la zona costera de Guipuzcoa.

Distinguiremos dos clases de tectónica: una, la tectónica general o macrotectónica, impuesta por las orogénesis terciarias a toda su masa, a las que reacciona con plegamientos o dislocaciones de gran amplitud, y la mesotectónica o tectónica secundaria que como reacción especial, dentro de la primera, toman en distintos puntos los paquetes del flysch. La variada constitución de estos paquetes, con sus alternancias de capas duras y blandas, crea este especial comportamiento tectónico.

a) Macrotectónica

Como macrotectónica podríamos considerar la disposición general de los terrenos que forman la faja litoral de Guipuzcoa. El buzamiento dominante de las capas del flysch es septentrional, hacia el mar, a veces también

NO. Como se observa en la zona de Cabo Higuer, las capas están levantadas hasta la vertical en muchos sitios: lo mismo ocurre en el Jaizquibel, en donde la inclinación dominante al lado O. de la ría de Pasajes es la de unos 70° . Al E. de la Punta de Mompás, las capas dibujan un sinclinal de eje casi vertical. Después de Mompás, hacia el O. merced a un ligero cambio de rumbo, las capas siempre con buzamiento septentrional, y por efecto de la perspectiva, simulan un anticlinal, el anticlinal del Urumea, las capas vuelven de nuevo a quedar levantadas y en parte subverticales, con rumbo dominante al mar, hasta la orilla derecha de la ría de Oria, en su segmento final en donde, formando un rápido codo, que cambia la dirección del río antes E.-O., por la N.-S. existe aquí un contraste tectónico bien manifiesto entre las orillas derecha e izquierda. En la primera, las capas buzan hacia el mar. En la segunda las capas Eocenas y Paleocenas forman en conjunto un sinclinal en el que, poco a poco hacia el S. van quedando montadas en pliegues tumbados por otras anteriores. En la costa esta inversión tectónica se reconoce en un largo trayecto, que comprende desde la ría del Oria hasta cerca de Guetaria, poco después en el tercer tunel, yendo desde Zarauz. Más allá, en el mismo Guetaria, en la base del cerro donde se alza el monumento a Juan Sebastián Elcano, se reconoce un anticlinal recto, tras del cual las capas buzan subverticalmente hacia el mar, si bien son frecuentes los cambios de rumbo y con pequeños pliegues anticlinales y sinclinales. En Zumaya en la punta de

Mariantón, al extremo O. de la península donde se alza el faro las capas vuelven a formar un sinclinal tumbado. En la playa de San Telmo las capas, subverticales, buzan hacia el E. ó NE. Este buzamiento se mantiene luego en un gran trayecto de la playa de Aitzchuri, en donde no parece notarse la proximidad del núcleo urgoniano, que aflora poco más tierra adentro, en la carretera a Deva en el Km. 44.

Las dislocaciones con rotura de capas correspondientes a esta macrotectónica se manifiestan por distintos puntos. Poco más al O. de Fuenterrabía, Lamare señala un desenganche o desgarre de los terrenos con desplazamiento horizontal, en donde el flanco E. queda corrido unos 1500 m. hacia el Sur en relación con el flanco O. En el collado de Gainchurizqueta, Lamare señala el contacto anormal entre el flysch y las brechas calizas referibles al Cretácico Inferior. Estas brechas forman, en efecto, un nivel especial, de origen dudoso, acaso como el autor propone, de carácter mixto, sedimentarias y luego transformadas por aplastamiento en brechas de fricción. Esto último parece indudable en los asomos tectónicos de Rentería, en donde entre bloques de caliza con nódulos de sílex, aparecen retazos del flysch Senonense, en típico milonito mecánico. Sin embargo se reconoce por otras zonas la presencia de este nivel especial de calizas disgregadas en grandes bloques, como ocurre en la carretera de Hernani a Fagollaga. Es posible que este material reaccione más fácilmente o de un modo particular a los esfuerzos

mecánicos.

Los asomos del Cretácico inferior en medio de la masa del flysch Senonense tienen el mismo caracter diapírico, que los de Keuper y Ofitas del Trias. Podríamos llamarlos ojales tectónicos o diapíricos por la misma razón.

La zona Orio-Zumaya está jalonada en su borde S. por dislocaciones importantes que acaso estén en relación con la estructura fallada y corrida del macizo Hernio-Gatzume-Pagoeta, en donde el Flysch senonense queda bajo un sinclinal, tumbado hacia el norte y constituido por la serie trias-jura-cretácico, merced a una falla inversa visible en el puerto de Andazarrate. La zona dislocada Orio-Zarauz-Zumaya resulta así la terminación en la costa de las estructuras tectónicas de pliegues tumbados, cobijaduras y escamas alóctonas, Andoain-Villabona-Tolosa, que Lamare reconoce en detalle al Este del río Oria. Por su parte el asomo diapírico del keuper y de la ofita en Zarauz señala la presencia, no lejana, en profundidad del substrato paleozoico. Para Valle Cincunegui y Mendizabal existe una alineación tectónica Norte-Sur, que desde Orio, pasando por diferentes macizos montañosos, llega hasta el hundimiento de Corres, situado al SE. de la Sierra de Urbasa. Según estos autores, el hundimiento de Corres, en donde el Eoceno está rodeado por terrenos del Senonense, habría provocado el asomo diapírico del Trias Superior si tuado a su extremo Norte, y deducen que esta disposición tectónica podría hallarse también más arriba.

Al sur de Zarauz se halla un cerro formado por la ofita triásica, rodeada en parte por las arcillas irisadas del Keuper. Por el Norte la ofita queda en contacto con el flysch de Inoceramus. Más al Sur en medio del flysch senonense, asoman las calizas con orbitolinas y otros fósiles del Aptiense. Entre Zarauz y Zumaya la caliza y marga danense se encuentran muy replegadas en la estación de Guetaria-Oiquina. El ferrocarril sigue aquí una línea de dislocación tectónica, que ha separado la península de Guetaria del macizo de Indamendi. Luego la caliza y marga danenses no aparecen hasta llegar al Km. 29 de la carretera y más allá siguen levantadas hacia Zumaya. Todavía se puede señalar una pequeña falla al lado del puente del Urola, en la carretera de Zumaya a Guetaria, que pone en contacto anormal la caliza danense con la paleocena. En Orio el cerro del Km. 34,9 del F.C. muestra una falla que ha hecho aparecer retazos de la marga danense entre los demás que forman el milonito paleoceno. En la trinchera del Km. 35,2 del F.C., otra falla cruza el flysch senonense de areniscas con un rumbo submeridiano.

b) Mesotectónica

Como ejemplos interesantes de la tectónica secundaria, mesotectónica o de reacción especial a los movi

mientos orogénicos por parte de los sedimentos de facies flysch, esto es, constituido por capas duras y blandas alternantes, tenemos el tramo paleoceno de Fuenterrabía, en el cantil al comienzo de la nueva carretera al puerto de refugio. También en Fuenterrabía en el flysch paleoceno en medio de dos paquetes de capas no dislocadas, aparece otro dispuesto en escamas montadas unas sobre otras y saturadas por filones de calcita. La disposición de estas escamas señala la causa que las ha formado o deformado. Las capas sometidas a un empuje horizontal han reaccionado de un modo distinto. El paquete superior, de capas horizontales y resistentes se han despegado y corrido sobre el del medio, el cual formado por materiales menos resistentes se ha deshecho en escamas imbricadas una sobre otra, arrastrando a su vez sobre el paquete inferior, de nuevo más resistente. El contacto entre el paquete central y el inferior está asimismo constituido por un menudo milonito de fricción, saturado por la calcita filoniana. Las superficies de resbalamiento de los paquetes corridos forman típicos espejos de fallas y por lo general están recubiertos por la calcita. Si quedan libres en extensión suficiente, se puede reconocer en ellas la dirección del empuje por la suavidad que muestran en sentido del desplazamiento y la aspereza en sentido contrario.

La conducta de las diaclasas que atraviesan las series del flysch y su relleno por la calcita filoniana ofrecen también detalles dignos de estudio. En la orilla izquierda de la ría de Orio, se observan sistemas de diaclasas que cortan los estratos paleocenos. La disgrega-

ción concoidea de los bancos margosos paleocenos se guía más bien por este sistema de diaclasas que por la estratificación primitiva. La fácil plegabilidad de las series de estratos poco potentes la muestran los ejemplos que anotamos a continuación. Pliegue tumbado en la serie luteciense de Igueldo, en la carretera. Este mismo pliegue tumbado se observa en mayor escala en el paleoceno, en la orilla izquierda de la ría de Oria. En el flysch senonense de Añorga se vé que las capas subverticales de la izquierda se aplastan en el centro hasta quedar reducidas a una estrecha faja, fallada luego contra la nueva serie de capas subverticales de la derecha. El domo de Fagollaga muestra un anticlinal constituido por tramos de edad diversa del Cretácico.

El flysch senonense inferior de la carretera de Orio a Villabona, en las cercanías de Aya, compuesto por bancos margosos y silíceos de poco espesor, muestra la distinta reacción de sus materiales al empuje orogénico. Lotze ha hecho objeto de análisis mecánico este terreno. En la carretera entre Andazarrate y Aya, en las margas y areniscas alternantes del Cretácico Medio, se vé que las areniscas se deforman en pliegues de pequeño radio en tanto que en las capas margosas se produce una pizarrosidad casi normal al plano de estratificación.

El estudio mecánico de esta tectónica especial del flysch es de sumo interés.



3. TIPOS DE FLYSCH GUIPUZCOANO

SEGUN GIGNOUX (7 y 8)

Flysch negro: Predomina el elemento arcilloso.

Flysch arenoso: Los bancos de arenisca adquieren gran espesor.

Flysch calizo: En donde se intercalan lentejones o bancos, a veces de gran potencia de caliza.

Flysch de helmintoides: Bancos muy delgados o delgados y regulares de pizarras calizas ásperas, separadas por lechos arcillosos; en las superficies de aquellas aparecen pistas de anélidos o moluscos marinos.

Flysch de microbrechas, brechas o conglomerados: En lentejones o bancos. Cuando los cantos de que se compone el material psefítico son grandes e irregulares lleva el nombre alemán de Wildflysch.

4. SERIE ESTRATIGRAFICA DE ESTA ZONA

SEGUN GOMEZ DE LLARENA (9)

Aptiense: Caliza o marmol urgoniano, sobre la que descansa en discordancia toda la serie del flysch. En cima de esta caliza encontramos los conglomerados de base.

Albiense: Es un flysch pizarroso - margoso y pizarroso - arenoso. En las arenas se encuentran pistas. En las margas se encuentran Inoceramus y Ammonites. En general en este piso se encuentran Orbitolinas, Equinoideos y Lamelibranquios.

Cenomanense, Turonense, Coniaciense, Senoiense inferior: Se encuentra en estos pisos el flysch de fucoi

des, caracterizado por una alternancia de pizarras calizas ásperas y lechos arcillosos con abundantes intercalaciones de areniscas. Se encuentran Anélidos y Moluscos marinos.

Senoniense superior, Maestrichtense: Alternancia de calizas blancas con margas grises y ocre. Existen Equinoideos, Inoceramus, Ammonites, Pachidyscus, Zoophycos, Globotruncana. Estos dos pisos son muy característicos en Zumaya y entre Zumaya y Deva.

Danense: Alternancia de caliza y marga rosada. Gran espesor y gran dureza. En las margas se encuentran Zoophycos, Ananchites y Globigerinas. Este tramo se encuentra bien representado en Zumaya.

Paleoceno: Es el piso de transición entre el Danense y el Eoceno aunque se le considera en realidad Eoceno Inferior. Se le llama también "capas pysbe", pues se encontraron por primera vez en dicha localidad en Pasajes de San Juan. Son areniscas calizas finas y claras, alternando con margas claras y de igual espesor. Espesor total de varias decenas de metros. Este tramo es el que forma el famoso acantilado de la playa de San Telmo en Zumaya. También se encuentra en Orio iniciándose por un conglomerado brechoide, que recuerda bien al Wildflysch. Se conservan bien las pistas fósiles.

Suessoniense-Luteciense: Serie Eocena. Dominan en estos pisos las areniscas con cemento calizo, llamado "maciño". Al principio son frecuentes las intercalaciones de pizarras y calizas en estratos finos, entre las areniscas. En los tramos altos domina la arenisca. Es un tramo de gran dureza cuando no está alterado, conservando su cemento calizo entre los granos de cuarzo. Color gris azulado. Expuesto al aire se altera con gran facilidad; la roca se disgrega eliminando la caliza, volviéndola amarilla el óxido de hierro, y desmoronándose con gran facilidad (disgregación bolar) (tramo de las bolas). Se encuentra bien representado en la Ría de Pasajes, Ulía, Urgull e Igueldo. Este tramo de las bolas es característico del Jaizquibel, donde alcanza el máximo espesor 1300 metros, disminuyendo dicho espesor al este y oeste de este monte.

Los fósiles más característicos de este tramo: Nummulites, también se pueden encontrar Radiolarios, Brio^{zoos} y restos de conchas.

SEGUN PIERRE RAT (23)

Cenomanense-Turonense-Coniaciense: Margas y calizas margosas con Rosalina.

Santonense-Campanense: Flysch margoso-areniscoso.

Maestrichtense: Margas del flysch con Inoceramus.

Danense: Calizas rosas.

Paleoceno: Flysch margoso-calcareo (calizas areniscosas).

Luteciense: Flysch margoso-areniscoso.

CRETACICA-EOCENA DEL FLYSCH DE LA COSTA DE GUIPUZCOA
SEGUN EL MAPA GEOLOGICO 1:100.000 (18).

Aptense-Albense inferior: Caliza organo-detritica, caliza recifal, argilitas calcáreas masivas con niveles calizos.

Albense superior-Cenomanense inferior: Caliza recifal, y sucesión flychoide de areniscas-calizas y arcillas.

Aptense-Cenomanense inferior indiferenciado: Arenas, areniscas, conglomerados y arcillas.

Cenomanense superior: Calizas margosas, margas calizas y margas.

Cenomanense superior-Maestrichtiense: Calizas y margas areniscosas. Basaltos submarinos.

Maestrichtiense-Danés: Alternancia de calizas o calizas areniscosas con margas o margas arenosas de color vino.

Montiense. (Paleoceno-Eoceno). Areniscas, micro conglomerados y margas (tramo duro). Calizas y margas (tramo blando), bancos delgados.

. CRETACICA-EOCENA DEL PAIS VASCO SEGUN EL MAPA GEOLOGICO 1:200.000 (19).

a) Cretácico Inferior:

Neocomiense: Areniscas y margas.

Argillitas, calizas y margas.

Areniscas, arcillas y calizas

Margas, margas arenosas, calizas, arenas y calizas margosas.

Barremiense: Areniscas y margas.

Argillitas, calizas y margas.

Areniscas, arcillas y calizas.

Margas, margas arenosas, calizas, arenas y calizas margosas.

Aptense: Areniscas. Argillitas. Areniscas y calizas. Caliza recifal masiva. Caliza pararrecifal.

Calizas, margas, areniscas y pudingas.

Calizas, margas, margas arenosas y areniscas.

Margas, margas arcillosas y areniscas.

Arenas, areniscas, conglomerados y arcillas.

Albense: Basaltos. Arenisca, arcilla, caliza y conglomerados. Caliza recifal masiva.

Areniscas. Areniscas y calizas. Caliza pararrecifal.

Calizas, areniscas y margas arcillosas.

Calizas, margas, margas arenosas y areniscas.

Margas, margas arcillosas y areniscas.

Arenas, areniscas, conglomerados y arcillas.

b) Cretácico Superior:

Cenomanense: Margas, calizas margosas y areniscas.

Calizas margosas, margo calizas y margas. Arenisca, arcilla, caliza y conglomerado.

Calizas, margas areniscosas, arenas y arcillas.

Caliza recifal masiva.

Calizas y margas.

Areniscas, calizas, margas y argillitas.

Margas, margas arcillosas y areniscas.

Margas, margas arcillosas y areniscas. Arenas,
areniscas, conglomerados y arcillas.

Turonense: Margas, calizas margosas y areniscas.

Calizas, margas areniscosas, arenas y arcillas.

Calizas y margas.

Calizas, calizas margosas y margas.

Senonense (coniaciense): Margas, calizas margosas y areniscas.

Calizas, margas areniscosas, arenas, arcillas y
basaltos.

Calizas y margas.

Calizas, calizas margosas y margas.

Senonense (santoniense): Margas, calizas margosas y areniscas.

Calizas, calizas margosas, margas y margas arenosas.

Calizas, margas areniscosas, arenas, arcillas y
basaltos.

Calizas y margas.

Margas y calizas.

Calizas, calizas arenosas y margas.

Senonense (campaniense): Margas, calizas margosas y areniscas.

Calizas, calizas margosas, margas y margas arenosas.

Calizas, margas areniscosas, arenas y arcillas.

Margas y calizas.

Calizas, calizas margosas y margas.

Senonense (maastrichtense): Margas, calizas margosas y areniscas.

Calizas, calizas margosas, margas y margas arenosas.

Calizas, margas areniscosas, arenas y arcillas.

Arenas, areniscas, margas arenosas y calizas areniscosas.

Calizas, calizas areniscosas, margas y margas areniscosas.

c) Eoceno:

Suessoniense (danés): Areniscas, arcillas, arenas y calizas.

Dolomias, calizas y calizas margosas.

Calizas, calizas areniscosas, margas y margas arenosas.

Suessoniense (montiense): Areniscas, arcillas, arenas y calizas.

Dolomias, calizas y calizas margosas.

Areniscas, microconglomerados y margas.

Calizas y margas.

Suessoniense (sparnaciense): Areniscas, arcillas, arenas y calizas.

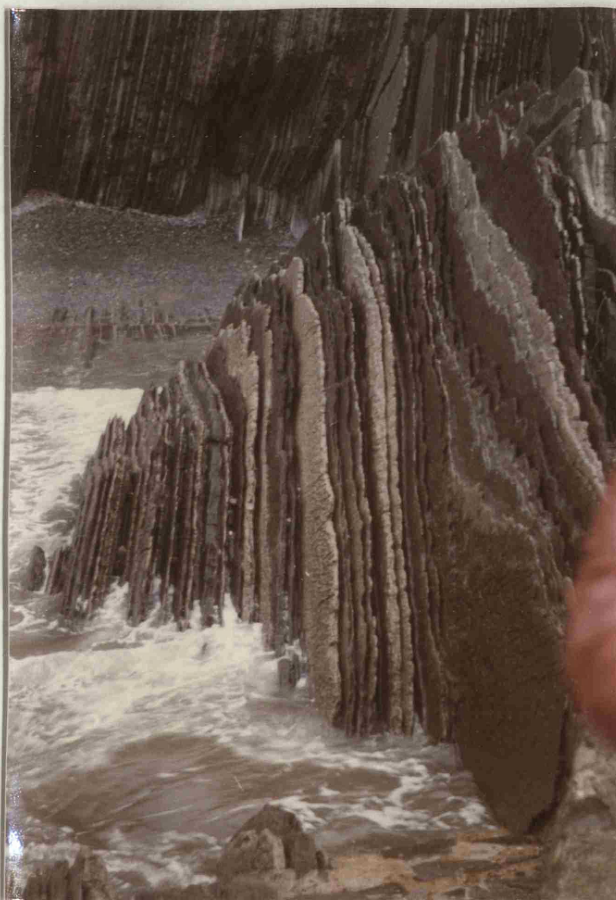
Dolomias, calizas y calizas margosas.

Suessoniense (ypresiense): Areniscas, arcillas, arenas y calizas.

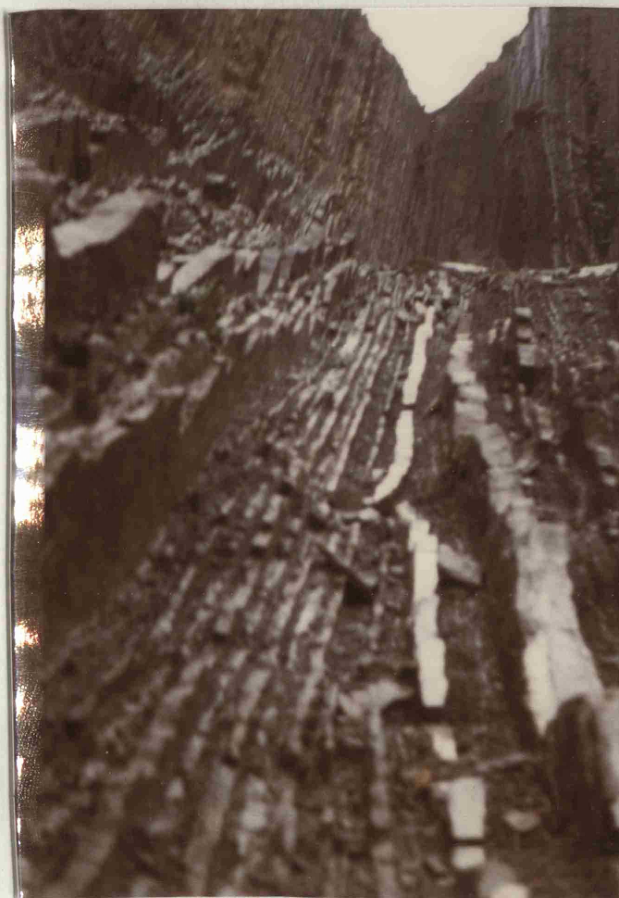
Calizas brechoides.



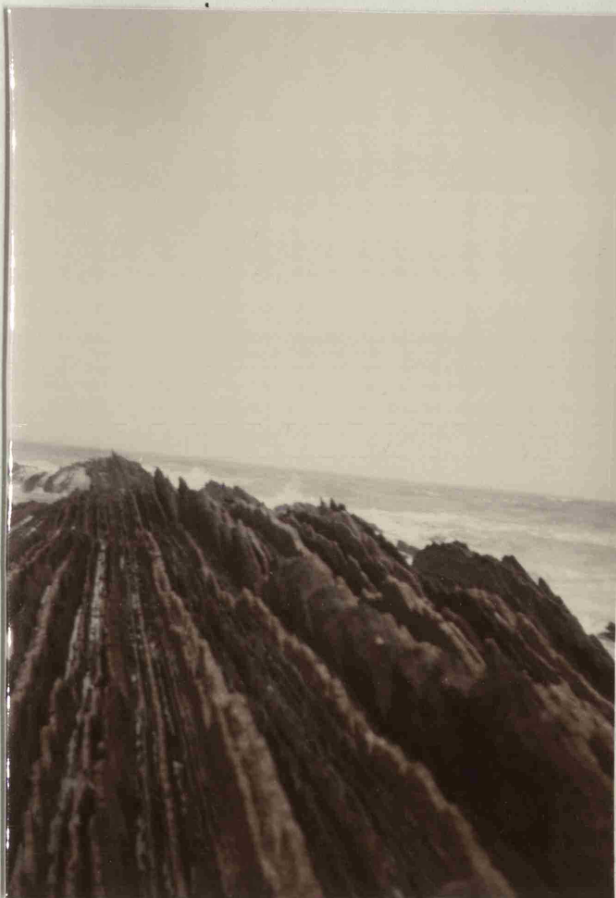
FACULTAD CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA



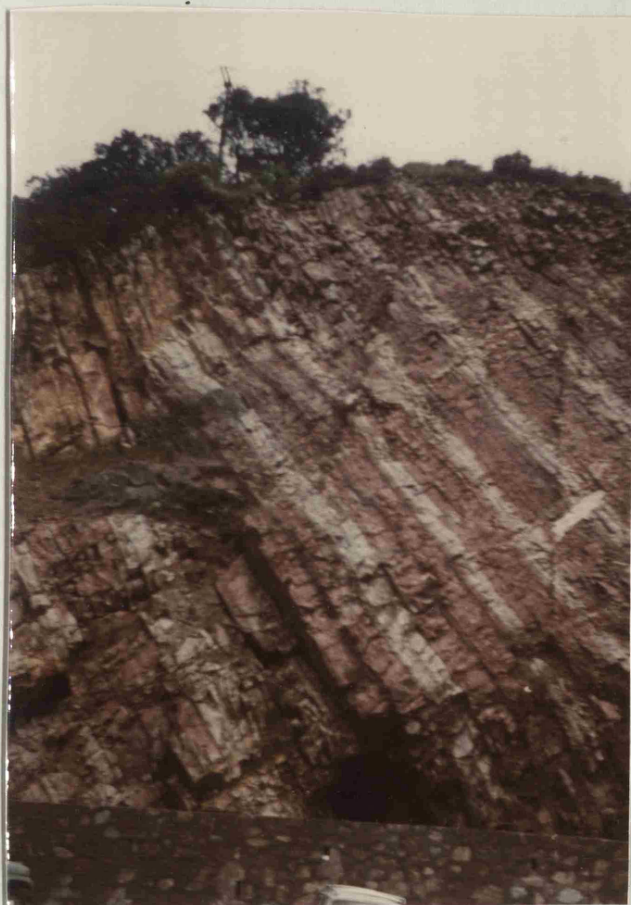
Fotografía A: Playa de San Telmo (Zumaya).
Pizarras.
Flysch montiense.



Fotografía B: Playa de San Telmo (Zumaya).
Calizas y margas.
Montienses.
Vetas de calcita.



Fotografía C: Playa de San Telmo (Zumaya)
Montiense.
Pizarras.



Fotografía D: Calizas y margas Danenses.
Zumaya (subida a San Miguel de Artadi).



Fotografía E: Calizas y margas Danenses.
Zumaya (subida a San Miguel de Artadi).

II. M E T O D O S

A. TECNICAS DE PREPARACION DE LAS ROCAS
PARA SU ESTUDIO AL MICROSCOPIO

Los métodos que se han seguido hasta ahora, para preparar las rocas para su estudio microscópico en grano, están de acuerdo con la Escuela Holandesa de Wageningen con modificaciones de la Dra. Pérez Mateos (20).

Para obtener la fracción arena de las rocas limpias, para su estudio, realizamos las siguientes operaciones (37):

--Pulverización de la roca.

--Tamización por malla de 0,5 mm. de Aquisetoman 30 gr.

--Eliminación de Limo y Arcillas: Tomamos los 30 grs. de muestra y los ponemos en un vaso de 1 litro,

lo llenamos de agua destilada hasta más arriba de la mitad del vaso, agitamos con una varilla de vidrio durante 1 minuto y lo dejamos en reposo 4 minutos 48 segundos, pasado dicho tiempo, decantamos el agua que contiene en suspensión el limo y la arcilla, con mucho cuidado de no eliminar la arena que queda en el fondo del vaso, repetimos esta operación sucesivas veces hasta que el agua decantada esté totalmente transparente, lo que nos indica que la arcilla y el limo han sido totalmente eliminados. Pasamos la arena limpia del vaso a una cápsula, y la ponemos a secar a la estufa a 110°C.

--Tratamiento con Agua Oxigenada: Una vez eliminada la arcilla, procedemos a la eliminación de la materia orgánica que pudiera contener la roca. Tomamos la arena que ha quedado después de eliminar la arcilla, y en la misma cápsula la ponemos con agua oxigenada al 20% en el baño maría, dejándola atacar hasta que cese la efervescencia, lavando posteriormente repetidas veces con agua destilada. Poniéndola luego a secar a la estufa a 110°C.

--Tratamiento con Ditionito Sódico y Acido Clorhídrico diluido: Posteriormente realizamos dicho tratamiento a la arena, para eliminar ciertos compuestos de hierro que pueden obstaculizar la visión clara del grano al microscopio, así como eliminamos el carbonato cálcico con el ácido clorhídrico.

Se prepara una solución al 10% de ditionito sódico en agua destilada. Se pone la muestra con el ditionito al baño maría, durante 20 minutos, para conseguir una temperatura constante de 80°C. Una vez realizado el ataque se lava repetidas veces con agua destilada.

Una vez realizado este proceso se ataca la muestra con ácido clorhídrico en frío 0,2N manteniéndole hasta que cese la efervescencia, lavando de nuevo con agua destilada repetidas veces hasta que quede el agua neutra o básica. Poniéndolo a continuación a secar a la estufa. Una vez seca la muestra, se pesa, dándonos esta pesada la arena limpia que ha quedado después de estos procesos, y la cual se va a tamizar para obtener tres fracciones para el estudio microscópico.

--Tamizado: Se pasa la arena por tamíz de 0,250 mm. y de 0,125 mm. Obteniendo tres fracciones, una mayor de 0,250 mm., otra de tamaño comprendida entre 0,250 y 0,125 mm. y otra menor de 0,125 mm.

--Separación por líquidos densos: Se utiliza para ello Bromoformo de peso específico 2,9. Obteniendo como resultado de esta separación dos fracciones una llamada la fracción pesada por tener más densidad que el Bromoformo y otra, fracción ligera por tener menor densidad que el Bromoformo.

Para realizar la separación se hace en embudos separadores, echando toda la arena en el embudo, el cual

previamente lo hemos llenado hasta la mitad de bromoformo. Se agita bien el embudo y se deja en reposo, depositándose sobre la llave del embudo los minerales de densidad mayor de 2,9. Rapidamente se abre la llave dejando que caigan los minerales que estaban sobre ella, en una cápsula, puesta previamente inmediatamente debajo del embudo separador. Se repite esta operación hasta que sobre la llave ya no se deposite ningún mineral. Se lava la fracción pesada, es decir, la de densidad mayor que el Bromoformo, con alcohol y se pone a secar a la estufa a 110°C.

Para obtener la fracción ligera (densidad menor de 2,9), se lava la arena que queda en el embudo, con alcohol, sobre el mismo embudo, abriendo la llave para que caiga, la fracción ligera, el alcohol y el Bromoformo sobre el embudo provisto de filtro que se pone debajo; quedando dicha fracción en el papel de filtro y pasando el Bromoformo y el alcohol a un frasco de color topacio, colocado debajo del segundo embudo.

La fracción ligera se lava con alcohol sobre el mismo filtro. Una vez lavada se pone a secar a la estufa a 110°C.

Una vez secas las dos fracciones, se pesa aquella de la cual tengamos más cantidad y por diferencia del total que teníamos de fracción se obtiene el peso de la fracción que hay en menor cantidad.

Con este proceso se tiene ya, la fracción pesada dispuesta para montarla en preparaciones, y la frac-

ción ligera dispuesta para teñirla.

--Montaje de la fracción pesada, para su estudio al Microscopio: Se realiza este proceso incluyendo los granos minerales en Bálsamo de Canadá, de índice de refracción conocido (1,54).

--Contaje de la fracción pesada: Se realiza este contaje, basando el estudio de los minerales en sus propiedades ópticas. Se hace el estudio en un Microscopio Petrográfico, utilizando aumentos entre 20 y 320. Se cuentan 200 especies transparentes, cuando las hay, y el número de opacos naturales, alteritas y opacos de alteración que existan por esos 200 transparentes --entendiéndose por opacos naturales los granos que con luz reflejada dan color negro; por opacos de alteración, aquellos que con dicha clase de luz dan diversas coloraciones; y por alteritas, aquellos granos que, al menos, en tres cuartas partes se encuentran alterados, siendo imposible su identificación al microscopio--. Así como, a este contaje, una pequeña descripción de las características más importantes de los minerales que abundan más o que más nos han chocado. Así como, se determina también las asociaciones, por las especies minerales más abundantes, y si se puede también se establecen relaciones.

--Tinción de la fracción ligera (1): Para realizar el estudio de la fracción ligera tenemos que teñir

previamente sus granos. Modo de realizar la tinción:

Se toma una pequeña porción de la misma colocándola en una pequeña cápsula de platino de fondo plano. Añadimos unas gotas de acetona y la dejamos evaporar en una placa eléctrica a 110°C aproximadamente. Caliente la muestra se introduce en el recipiente, donde se realiza el ataque de la misma con vapores de ácido fluorídrico, durante 2 minutos. Se saca la muestra y se lava repetidas veces con agua destilada y finalmente con alcohol (el agua del lavado se pasa por una malla de nylon de 48 micras, para no perder la fracción). Se vuelve a secar la muestra en la placa, caliente de nuevo, se introduce una segunda vez en el recipiente, dejando actuar los vapores de FH otros 2 minutos. Una vez finalizado el ataque, se introduce la muestra en el Horno a 400°C durante 5 minutos. Dejamos enfriar la muestra. Se divide en dos partes, en unas pequeñas cápsulas de porcelana. A una de las cápsulas con una parte de la muestra, se le añade Cobaltinitrito Sódico, en cantidad suficiente para que recubra la muestra. Dejándolo actuar un minuto, lavando a continuación con agua destilada repetidas veces y por último con alcohol, quedando los feldespatos potásicos teñidos de amarillo. A la otra cápsula con el resto de fracción se le añaden diez gotas con solución de Hemateína y cinco gotas de Solución Tampón, por este orden, dejándolos actuar durante cinco minutos, aunque se les puede dejar hasta diez minutos, adquiriendo un color malva azulado todos los feldespatos. Lavándose a continuación la muestra con

alcohol varias veces y finalmente con acetona.

Los reactivos utilizados se preparan de la siguiente manera:

Hemateina: Solución de hemateina de 50 mgr. en 100 ml. de Etanol del 95%.

Solución Tampón: 20 grs. de acetato de sodio en 100 ml. de agua destilada, a los cuales se añaden 6 ml. ácido acético glacial. Diluimos el total hasta 200 ml. Su pH deberá ser 4,8.

Solución de Cobaltinitrito sódico: 1 gr. de dicho producto en 4 ml. de agua destilada (se ha de preparar en el momento).

--Montaje de la fracción ligera, para su estudio microscópico: Se incluyen los granos en Nitrobenzol y Clorobenzol, en una proporción de 5,25 c.c. de Nitrobenzol y 2 c.c. de Clorobenzol. Estas preparaciones se montan al aire, es decir sin cubre-objetos.

--Contaje de la fracción ligera: Las dos fracciones obtenidas en la tinción se estudian en preparaciones distintas.

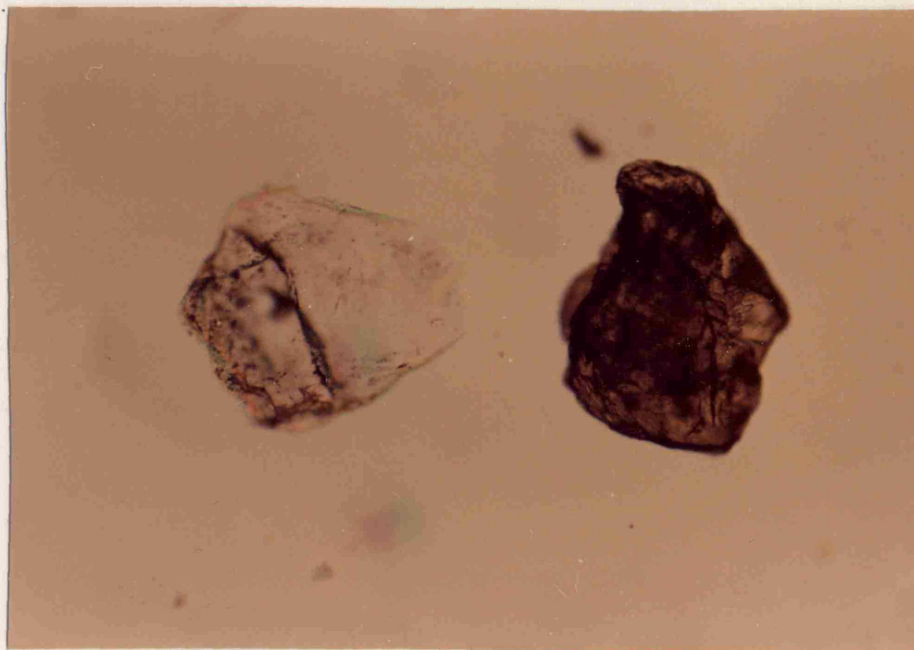
En la preparación teñida de morado, se identifican todas las especies, Feldespatos totales (morados), cuarzo, micas, agregados, dolomitas. Dando porcentajes de todos ellos contando en total 100 especies.

En la preparación teñida de amarillo, se identifican los Feldespatos Potásicos (amarillos). Contando los feldespatos potásicos que hay, y el resto de los minerales en bloque, dando un total de 100.

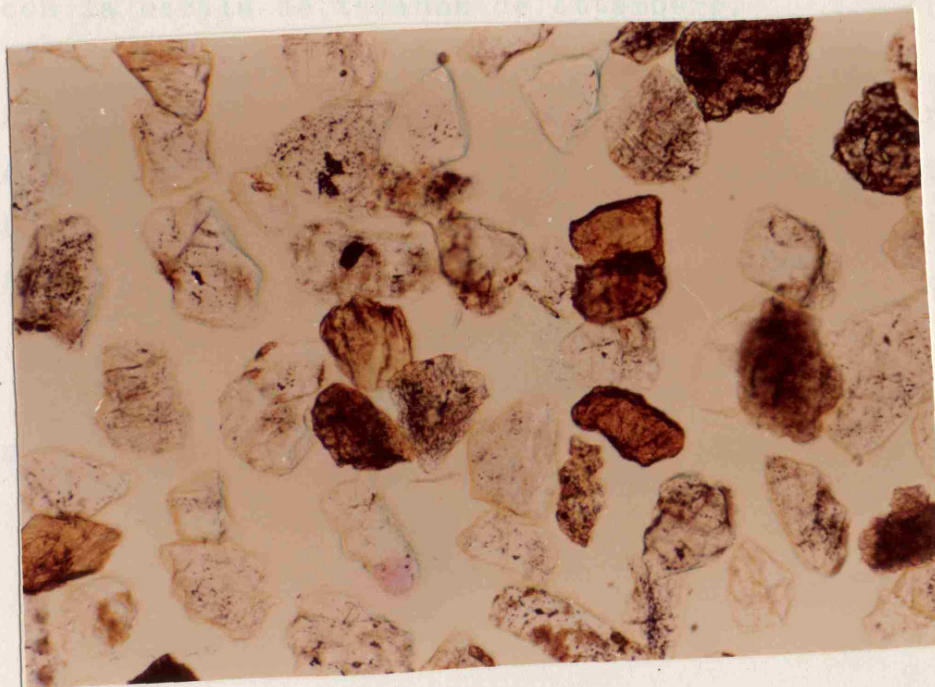
Conviene aclarar que solo los feldespatos aparecen teñidos.

Para hallar el tanto por ciento de Feldespatos calco-sódicos, se resta de los feldespatos totales (morados) los Feldespatos Potásicos (amarillos) que hay. Pasando todo esto a tanto por ciento, hallaremos el número de Feldespatos Potásicos, de Feldespatos Calco-Sódicos, Cuarzo, Micas y Agregados que hay, así como si aparecen Dolo-mitas. Describiendo las propiedades más fundamentales que presentan, como formas, superficies más o menos erosionadas, etc. y hallando la relación Cuarzo/Feldespato muy interésante en el estudio de estas rocas.

Tinción fracción ligera



Fotografía F: Cuarzo. Feldespato (teñido con hemateina).



Fotografía G: Cuarzo. Feldespato potásico (teñido con cobaltinitrito).



B. ANALISIS MECANICO

Se ha realizado dicho análisis basándose en el método clásico de la Pipeta de Robinson (25), y de acuerdo con la escala de tamaños de Attemberg.

Arena gruesa . . .	2 mm. - 0,2 mm. de diámetro.
Arena fina . . .	0,2 mm. - 0,02 mm. de diámetro.
Limo	0,02 mm - 2 micras de diámetro.
Arcilla	Menor de 2 micras de diámetro.

En las rocas con mucho carbonato cálcico se ha eliminado antes éste con clorhídrico muy diluido.

C. DETERMINACION DE CARBONATOS

Se han determinado los carbonatos por el método del Calcímetro de Bernard para un análisis previo, pero para mayor exactitud se volvieron a determinar por el método de Hillebrand (10).

Estas determinaciones se han realizado en roca total.

Método de Hillebrand: La determinación consiste en un ataque de la roca pulverizada mediante ClH en caliente (1:1). El CO_2 desalojado, después de liberarlo de agua y de vapores de ClH, se recoge sobre cal sodada. Por diferencia de pesada se obtiene el peso de CO_2 desprendido y por un sencillo calculo la cantidad de carbonato.

Partes de las que se compone el aparato:

- Tubo, relleno de cal sodada, para retener el CO_2 del aire.
- Matr  z, donde se verifica la reacción en caliente.
- Ampolla, de ClH diluido 1:1.
- Refrigerante.
- Cuentaburbujas, con ácido sulfúrico y bolas de vidrio deshidratante.
- Tubos, con cloruro cálcico para retener agua.
- Tubos, con cal sodada para retener CO_2 . En estos tubos, por diferencia de pesada, es donde se obtiene el peso de CO_2 desprendido del matríz.
- Tubo, con cal sodada y cloruro cálcico, para impedir el paso del CO_2 y agua del exterior.
- Trompa de agua.

1. Modo de realizar la determinación de carbonatos:

- 1) Se pesa un gramo de muestra. En el caso de que creamos que la roca tiene mucho carbonato (determinación previa con calcímetro) se pesa solamente 0,5 grs.
- 2) Se pone la muestra en el matríz con un poco de agua caliente.
- 3) Con los tubos de cal sodada cerrados (tarados previamente) se une el matríz con la ampolla de ClH, tapando cuidadosamente las junturas con parafina.
- 4) Se abren los tubos de cal sodada y se acciona la trompa.
- 5) Se deja caer el ClH sobre la muestra y se calienta ligeramente. Si la roca tiene mucho carbonato, se deja caer el ClH lentamente para evitar las pérdidas de CO_2 .
- 6) La operación termina cuando no se vea desprendimiento de burbujas en el matríz.
- 7) Se cierra la trompa y los tubos de cal sodada. Después de frios dichos tubos se pesan.

2. CALCULOS

$$D + E \text{ (2ª pesada)} - D + E \text{ (1ª pesada)} = \text{CO}_2 \text{ desprendido.}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{En peso de muestra} & . & . \text{ grs. de CO}_2 \\ 100 & . & . \text{ x grs. de CO}_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Pm. de CO}_3\text{Ca} & . & . \text{ Pm. de CO}_2 \\ y & . & . \text{ x} \end{array}$$

y es % de CO_3Ca .

Nota: Es conveniente limpiar el aparato, desconectando los tubos D y E, después de cada determinación, para lo cual unimos C y F con un tubo de vidrio, con el matríz bien limpio y sin muestra, realizando las operaciones anteriores pero sin calentar.

D. EXTRACCION DE ARCILLAS

Hemos seguido el método de Vilas (36), utilizando bujías porosas de Chamberland, "Systeme Pasteur".

E. DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA

Lo hemos hecho solamente en areniscas utilizando la roca total, siguiendo el método de Tyurin (33) que se basa en oxidar la materia orgánica con dicromato potásico y valorar el exceso de dicromato, en presencia de difenilamina, con sal de Mohr 0,1 N.

F. DETERMINACION DEL OXIDO FERRICO

EN CEMENTO

Se ha empleado roca total, y se ha seguido el método de Zimmermann (39) para valoración de hierro férrico en medio clorhídrico, después de preparada la solución de cloruro férrico.

G. ANALISIS QUIMICO

Se realizó con el Espectofotómetro de Absorción Atómica, Perkin-Elmer modelo 300.

H. ANALISIS DE ARCILLA

Se realizó por Rayos X, con un aparato Philips PW 1010 provisto de un difractómetro PW 1050 con contador Geiger Müller y registrador automático PW 1051.

La radiación empleada ha sido la K del cobre y las condiciones experimentales fueron las siguientes:

Tubo	Cobre
kV	40
mA	20
Filtro	Niquel
Multiplificación	16 x 1
Ranura de divergencia	1º
Ranura de recepción	0,2 mm.
Ranura de dispersión	1º
Velocidad de exploración	1º/min.
Velocidad de papel	400 mm/h.
Constante del tiempo	4 seg.

III. M A T E R I A L E S

(Localización de las muestras)

A. MUESTRAS DE IBAÑARRIETA

(Iñ.1, Iñ.2)

Pertenecientes al Albense Superior-Cenomanense Inferior. Se tomaron dichas muestras (Iñ.1, Iñ.2) en el mismo Ibañarrieta.

B. MUESTRAS DE ZARAUZ

(Z.1, Z.2, Z.3, Z.4, Z.5, Z.6, Z.7)

Pertenecientes todas las muestras al Monticense.

Z.1, Z.2, Z.3, Z.4: Tomadas las cuatro muestras en unos estratos que afloran encima del segundo tunel de la carretera de Zarauz a Guetaria, yendo hacia dicha localidad. Son unos estratos que presentan mucho espesor.

Z.5, Z.6: Fueron tomadas estas dos muestras en el Camping de Zarauz, a 75 mts. de la entrada a dicho camping, al lado derecho del camino que lleva al mar.

Z.7: Fué recogida esta muestra en la salida de Zarauz en la carretera a Meagas, yendo a dicha localidad, en el borde derecho de la carretera en unos bloques de apartamentos.

C. MUESTRAS DE FUENTERRABIA

(Ft.22; Ft.1 hasta Ft.20)

Ft.1 hasta Ft.20 y Ft.22: Pertenecientes todas ellas al Monticense.

Ft.22: En el faro de Fuenterrabía, justo al comienzo de la carretera, de bajada al pueblo, al lado derecho.

Ft.1, Ft.2: Tomadas ambas en el faro, encontrándose la Ft.2 en las capas intermedias de la Ft.1. Al lado derecho de la carretera, bajando ya hacia el pueblo.

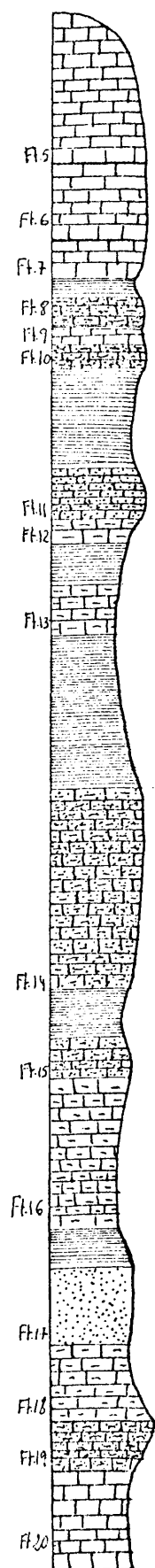
Ft.3, Ft.4: En la bajada del faro al puerto, a media ladera.

Ft.5 hasta Ft.20: Tomadas en un corte que aflora en el lado derecho de la carretera, que es de dos direcciones, para subir al Faro, justo en frente del espigón de la playa, al lado derecho de la carretera según se baja.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA










Fotografía H: Serie del flysch de Fuenterrabía
(carretera del Faro). Montienne.



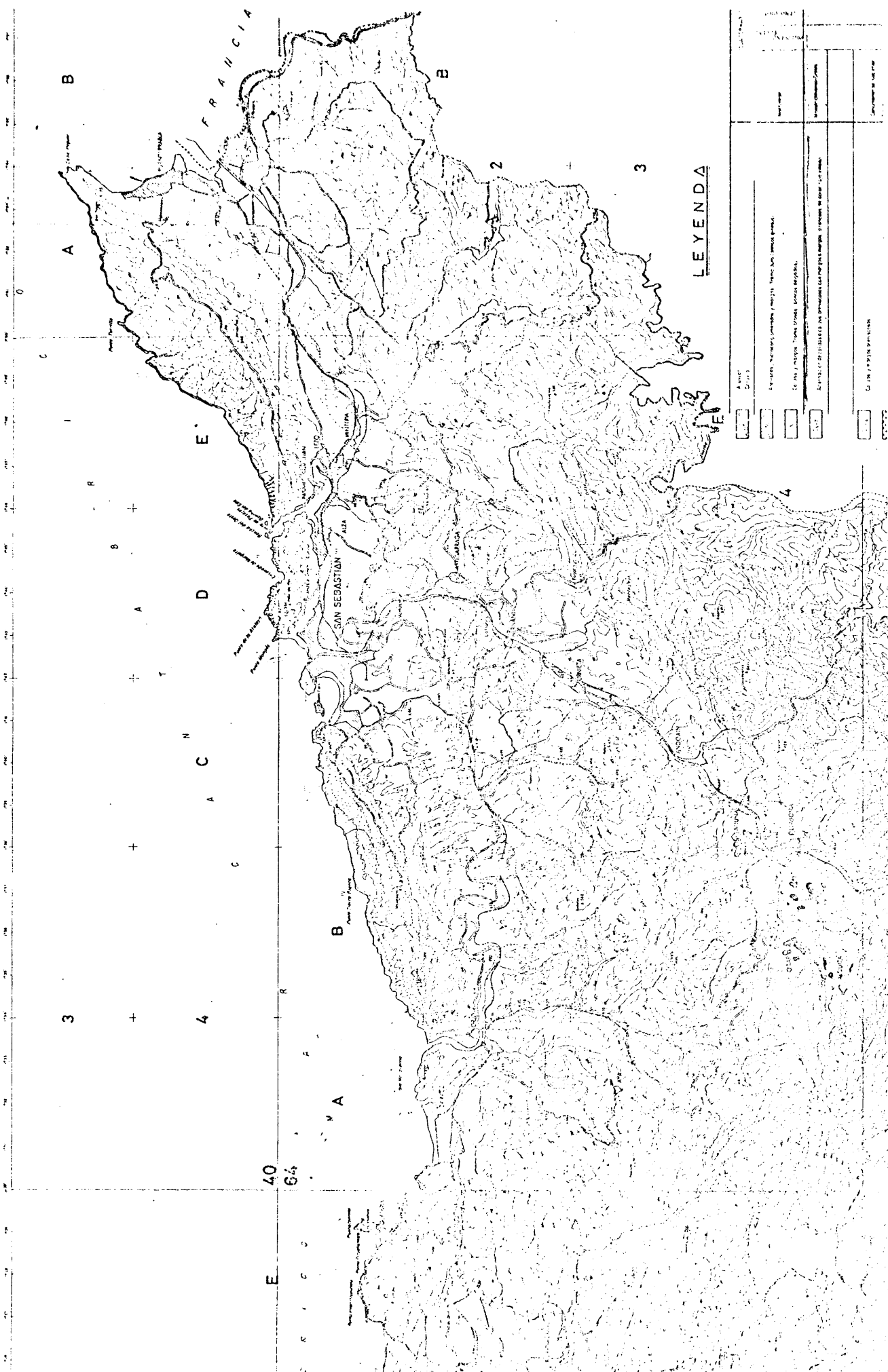
.. Serie Estratigráfica

de Fuenterrabia. -

Litología:

-  Areniscas
-  Lutitas.
-  Grano blando típico del flysch.
-  Areniscas calcáreas.
-  Margas arenosas.
-  Margas.
-  Margas calcáreas.





IV. ESTUDIO DE LAS MUESTRAS

MUESTRAS DE IBAÑARRIETA

A. IBAÑARRIETA.1

DESCRIPCION DE VISU

Arenisca amarilla haciéndose rojiza hacia los bordes. Porosa, los granos unos son blancos transparentes y otros amarillentos, láminas de micas, estructura masiva, ligera, tamaño de grano medio.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR

Granos de cuarzo fracturados y angulosos, láminas de micas.

ANALISIS MECANICO

Arena gruesa . . .	68,25 %
Arena fina . . .	24,76 %
Limo y arcilla . .	6,99 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 1,04 %

MATERIA ORGANICA: 0,39 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,23 %

ARENA LIMPIA: 72,01 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA

Mayor de 0,250 . . .	17,95 %
Entre 0,250-0,125 . . .	60,21 %
Menor de 0,125 . . .	21,84 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA

<u>Mayor de 0,250</u>	pesada . . .	0,33 %
	ligera . . .	99,67 %
<u>Entre 0,250-0,125</u>	pesada . . .	0,16 %
	ligera . . .	99,84 %
<u>Menor de 0,125</u>	pesada . . .	0,21 %
	ligera . . .	99,79 %

DISCUSION

Arenisca, con gran cantidad de fracción arena, poco carbonato, muy escasa materia orgánica, poca cantidad de hierro. Acumulación de la arena en la fracción mediana. Escasa la fracción pesada en relación a la ligera en todas las fracciones. En cuanto al Análisis Mecánico: Arenisca formada en su mayor parte de arena gruesa y bastante fina. Algo de limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	1	3
Opacos de altera ción	2	37	66
Alteritas . .	7	24	15
Turmalinas . .	-	111	38
Moscovitas . .	-	46	82
Biotitas . .	-	13	-
Circones . .	-	2	31
Anatasas . .	-	15	24
Rutilos . . .	-	11	13
Glaucónitas .	-	-	6
Granates . .	-	-	2
Distenas . .	-	2	-
Epidotas . .	-	-	4

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.

Formada tan solo por escasos opacos de alteración y alteritas.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.

Se contaron 200 minerales transparentes 62 opacos y alteritas. Dentro de los minerales transparentes dominan las turmalinas de todas las formas, colores y pleocroismos. Las variedades existentes son: incolora amarilla-negra, marrón clara-marrón oscura, marrón negra sin pleocroismo, verde negra sin pleocroismo, incolora rosada-negra, incolora verdosa-negra, marrón rojiza-negra, existen también unas variedades bicolores verdes y marrones muy curiosas, sin pleocroismo, así como otras tricolores, marrón, verde y negras.

Recuento de turmalinas: Las más abundantes son las incoloras amarillentas-negras, 42. Marrón claro-marrón oscuro, 17. Marrón rojiza-negra, 15. Verde negruzcas, 13. En menor abundancia: verde-marrón, 7. Verde marrón negras, 5. Incolora rosada-negras, 8. Marrón negruzcas, 2. Es interesante hacer destacar que las turmalinas que dan los prismas más perfectos son las incoloras. El resto presentan formas muy rotas y angulosas. Las turmalinas sin pleocroismo, dan una figura casi perpendicular al eje óptico como era de esperar.

Moscovitas: 46. Formas laminares; dando una figura de interferencia biáxica negativa con un ángulo de ejes ópticos

muy pequeño y extinción ondulante. El tamaño de las láminas es superior al tamaño del resto de los granos.

Anatasas: 15. Por lo general son amarillas excepto alguna azul. Formas tabulares o pseudotabulares, algunas muy ennegrecidas.

Biotitas: 13. Colores pardo rojizos y de tamaños más bien pequeños.

Rutilos: 11. Rojos, grandes formas subrodadas.

Opacos: 38. De los cuales solo 1 es opaco natural. Son poco abundantes en esta fracción los opacos. Formas subangulares, subrodadas y rodadas. Color con luz reflejada blancos y blancos amarillentos, son leucoxenos.

Alteritas: 24. Granos inidentificables, por presentar la superficie sucia.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.

Se realizó un recuento de 200 minerales transparentes y 84 opacos. Dominan las moscovitas, 82; presentando las mismas propiedades que las de la fracción media.

Turmalinas: 38. Muy quebradas y con formas angulares, solo se presentan prismáticas las incoloras. Con bastantes inclusiones negras. Recuento de las turmalinas: incolora amarilla-marrón, 12. Marrón clara-marrón oscura, 8. Incolora amarilla-verde, 1. Incolora rosada-negra, 2. Incolora verdosa-negra, 2. Bicolor verde marrón, 5. bicolor marrón

negra, 3. Marrón, 4. Verde, 1.

Circones: 31. Bastante abundantes. Excepto dos prismáticos, el resto formas muy diversas. Tamaño muy pequeño. Subrodados y subangulares.

Anatasa: 24. Formas tabulares, colores amarillos y dos azules.

Rutilos: 13. Rojos, grandes formas más bien subrodadas. Es interesante hacer notar en esta preparación la existencia de 6 glauconitas y 2 granates, estos últimos incoloros y angulosos.

Opacos: 69. De los que solo tres son naturales, el resto de alteración. Formas, excepto rodadas, existen de todas las demás. Blanco amarillentos rojizos y rojizos, dominando los primeros.

Alteritas: 15. Granos inidentificables, por presentar su superficie sucia.

ASOCIACIONES

Fracción 0,250-0,125: Turmalinas-micas-minerales de TiO_2 .

Fracción menor de 0,125: Micas-turmalinas-minerales de TiO_2 .

DISCUSION

En la fracción mayor de 0,250, no existen minerales pesados transparentes y solo 2 opacos de alteración y 9 alteritas.

En la fracción mediana, muchos opacos de alteración, subangulares y subrodados, blancos con luz reflejada, deben ser leucoxenos, bastantes alteritas, del tipo de minerales inidentificables por presentar la superficie sucia. Muchísimas turmalinas, de todos los colores y pleocroismos, formas en general angulares y algunas prismáticas las más incoloras, con inclusiones de carbón algunas y las más abundantes son las marrones y amarillas. Bastantes micas sobre todo moscovitas, muchas con extinción ondulante y bastante mineral de titanio, siendo los rutilos rojos subrodados y las anatasas tabulares. Poco circón y alguna distena.

En la fracción menor, bastantes opacos de alteración subangulares y subrodados, blancos amarillentos, deben ser leucoxenos y algunas posibles sideritas. Pocas alteritas, son del mismo tipo que las de las fracciones anteriores. Menos turmalinas, angulares casi todas, prismáticas las incoloras y las marrones y amarillas las más abundantes; más micas que en las anteriores fracciones, todas moscovitas con extinción ondulante, más circones de todas las formas sobre todo subrodados y subangulares. Las anatasas, tabulares, alguna azul, y al igual que las de la fracción mediana algunas están muy ennegrecidas.

En resumen, los minerales pesados aumentan al disminuir el tamaño de la fracción. Aumentan las moscovitas, los opacos de alteración y los circones. Más rutilos y anatasas en la fracción menor. En la fracción menor glauconita. En la intermedia muchísima turmalina y más al teritas que en las otras

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES

Minerales estables 62 %
Minerales inestables 38 %
Roca medianamente madura (abundante moscovita)

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	91	84	76
Feld. K.	4	7	19
Feld. Ca-Na.	-	7	3
Agerg. Cuarz.-F.K. .	3	2	1
Micas incoloras . .	1	-	1
Biotitas	1	-	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.

Cuarzo: Aislados. Subangulares fundamentalmente y algunos angulares la superficie con señales de erosión.

Feldespatos: Subangulares, muy ennegrecidos.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.

Cuarzos: Angulares y subangulares. Superficie con señales de erosión.

Feldespatos: Subangulares, con tendencia a formas prismáticas. Bastante ennegrecidos.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.

Cuarzos: Bastante angulares, algunos rayados, más limpios que los de las fracciones anteriores.

Feldespatos: Subangulares con tendencia prismática, superficie rayada.

RELACIONES

$$\text{Mayor de 0,250: } \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{91}{4} = 22,75$$

$$\text{Entre } 0,250-0,125: \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{84}{14} = 6$$

$$\frac{\text{feld. K.}}{\text{feld. Ca-Na}} = \frac{7}{7} = 1$$

$$\text{Menor de } 0,125: \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{76}{22} = 3,45$$

$$\frac{\text{feld. K.}}{\text{feld. Ca-Na}} = \frac{19}{3} = 6,33$$

DISCUSION

La relación cuarzo/feldespato disminuye al disminuir el tamaño de la fracción, por aumento del número de feldespatos.

La relación feldespato K/feldespato Ca-Na, aumenta al disminuir el tamaño de la fracción, lo que nos viene a decir que el número de feldespatos potásicos aumenta, en relación con el de calco-sódicos.

Es una arenisca con bastante cantidad de feldespato sobre todo en la fracción menor. El número de cuarzos disminuye el tamaño de la fracción y se va haciendo más limpio así como más angular.

La menor cantidad de feldespatos en la fracción mayor puede ser debido a la facilidad de exfoliación de estos minerales, que hace que pasen a fracciones de menor tamaño. Por otra parte el aumento de feldespato potásico

en la fracción menor puede ser atribuido a la mayor facilidad de ataque de las plagioclasas.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS, MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

Cuarzo/feldespatos = 10,73.

El número de feldespatos en esta muestra es relativamente alto, respecto al número de cuarzos. Esto nos podría indicar un transporte rápido y de corta duración, así mismo la alteración no debe de haber sido muy fuerte.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca. Heterometría de grano. Estructura microbrechoide. Los más son granos de cuarzo angular y subangular. Muchos minerales opacos, algo de calcita detrítica, algo de clorita y bastantes moscovitas. La calcita microcristalina no muy abundante parece actuar como material cementante y abundante matriz limo-arcillosa.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca, formada en su mayor parte por fracción arena, sobre todo gruesa, escasa fracción limo-arcillosa, escasa cantidad de carbonatos, materia orgánica y hierro



en cemento, la fracción arena se encuentra formada en su mayor parte por fracción ligera, aunque el número de minerales pesados es considerable.

Abundantes minerales pesados en la fracción comprendida entre 0,250-0,125 y en la menor de 0,125. Acumulación de turmalinas en la fracción mediana (amarillas y marrones); en la menor hay bastantes, pero menos que en la mediana. Acumulación de circones, minerales de titano (anatasas y rutilos) y moscovitas en la fracción menor de 0,125; las micas ya eran abundantes en la fracción mediana. Es interesante las glauconitas que aparecen en la fracción menor de 0,125 y las biotitas aunque en pequeña cantidad que aparecen en la fracción mediana y desaparecen en la menor. La forma de los granos en general angular y subangular, aunque algunos circones están subrodados. La cantidad de minerales pesados estables es superior a la de minerales pesados inestables, pero existen bastantes de éstos, sobre todo moscovitas, luego parece ser una roca medianamente madura, indicado por el poco rodamiento de los granos, y por la existencia de biotitas en la fracción mediana. Los minerales opacos aparecen en apreciable cantidad, acumulándose en la fracción menor de 0,125, siendo los dominantes los leucoxenos y escasas sideritas, con formas subangulares y subrodadas. Los leucoxenos suelen proceder de la alteración de minerales de titano, minerales que son abundantes en esta roca.

La fracción ligera es rica en cuarzo en sus tres fracciones, disminuyendo en cantidad al disminuir el tamaño

de la fracción, aumentando la cantidad de feldespatos potásicos que son abundantes en la fracción menor de 0,125; luego la relación cuarzo/feldespato disminuye al disminuir el tamaño de la fracción. La cantidad de feldespatos Ca-Na es mayor en la fracción mediana, aunque no son muy abundantes, luego la relación feldespato K./feldespato Ca-Na aumenta al disminuir el tamaño de la fracción. Es interesante la angulosidad que presentan los granos de cuarzo, lo que apoya la mediana madurez de esta roca, así como la cantidad de feldespatos, lo que nos podría indicar un transporte rápido y de corta duración. La alteración así mismo en esta roca no debe haber sido fuerte; las alteritas son escasas, y los granos bastante limpios, aunque algo ha tenido que existir, ya que en la fracción mayor existen menos feldespatos, debido a la facilidad de exfoliación de estos minerales, pasando a fracciones menores. Por otro lado el que exista feldespato potásico en cantidad en la fracción menor y pocas plagioclasas, debe ser debido a la facilidad de ataque de estas, superior al de los feldespatos potásicos.

Por último, en cuanto a lámina delgada: el carbonato escaso que posee esta roca es cálcico y está en forma de cemento, la cantidad de limo-arcilla en forma de matriz, ambas cosas observadas en lámina delgada. Así mismo se observa que está formada en su mayor parte de cuarzo y con micas que aparecían en la fracción ligera también.

En resumen:

Arenisca, medianamente madura, ha sufrido transporte rápido y de corta duración, la alteración sufrida por la roca, no debe haber sido fuerte.

B. IBAÑARRIETA.2**DESCRIPCION DE VISU:**

Arenisca rojiza oscura con zonas bastante negras. Estructura compacta, masiva y bastante pesada, grano medio, en la superficie se observan bastante micas.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Gran cantidad de granos de cuarzo, con las aristas fracturadas, láminas de micas.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	50,93 %
Arena fina	33,36 %
Limo y arcilla	15,71 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 0,64 %

MATERIA ORGANICA: 0,26 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,39 %

ARENA LIMPIA: 79,68 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	31,19 %
Entre 0,250-0,125	48,95 %
Menor de 0,125	19,86 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0,01 %
	Ligera	99,99 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	0,08 %
	Ligera	99,92 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,07 %
	Ligera	99,93 %

DISCUSION

Arenisca, de grano bastante grueso, ya que la arena se acumula fundamentalmente en la fracción mayor de 0,250 y en la mediana. Poco carbonato y materia orgánica. Poca cantidad de Hierro. Mucha fracción ligera en comparación con la escasísima pesada. En cuanto al análisis mecánico, la fracción dominante es la arena gruesa y luego la arena fina, hay una cantidad considerable, para ser arenisca, de limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	2	2	2
Opacos de alteración. . . .	5	127	133
Alteritas	6	99	51
Turmalinas	1	30	12
Moscovitas	2	6	4
Biotitas	-	1	-
Cloritas	-	1	-
Circones	-	2	102
Anatasas	-	-	8
Rutilos	-	4	41
Glaucunitas	1	-	-
Monacitas	-	-	4

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Escasa en minerales transparentes y opacos. Interesante la existencia de la glauconita. El tamaño de los opacos y las alteritas es grande.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Solo 44 transparentes. Muchos opacos y alteritas.

Turmalinas, 30, forman casi el total de los minerales transparentes, formas en general subrodadas, pocas prismáticas, enorme variedad de pelocroismos. Recuento: marrón clara-marrón oscura, 7. Incolora amarilla-negra, 6. Marrón casi negra sin pleocroismo, 9. Incolora-verde, 1. Incolora rosada-negra, 3. Marrón, 2. Incolora verdosa-negra, 2; por lo que se puede ver por este recuento las más abundantes son las marrones casi negras sin pleocroismo, dando figuras de interferencia uniáxicas casi perpendiculares al eje óptico.

En cuanto a las biotitas, rutilos y cloritas son muy escasas.

Moscovitas, 6. De tamaños superiores al resto de los granos.

Circones: 2, o sea muy escasos.

Opacos: 127, en esta preparación tienen gran importancia ya que son muy abundantes. Formas subangulares

y subrodadas. Color con luz reflejada, blanco amarillento con aspecto algodonoso, pueden ser leucoxenos.

Alteritas: 99. Granos inidentificables por presentar la superficie sucia.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

El número de transparentes y opacos está muy igualado: 171 transparentes y 186 opacos.

Circones: 102, variadísimos de formas, abundando los rodados y subrodados, dándose también los prismáticos y prismáticos piramidados.

Rutilos: 41. Son bastante abundantes de tonos rojizos, aunque también los hay amarillentos. Formas más bien subrodadas.

Turmalinas: 12. En granos subangulares. Incolora amarillenta-marrón, 5. Incolora verdosa-negra, 2. Incolora-verde, 1. Marrón rojizo sin pleocroismo, 1. Marrón clara-marrón oscura, 2. Verde, 1.

Anatasa: 8, de formas tabulares.

Moscovitas: 4, de formas laminares.

Monacitas: 4, por lo que se vé poco abundantes como es normal.

Opacos: 135, de los que tan solo dos son opacos naturales. Los de alteración son los que dominan, presen-

tando formas predominantemente subangulares, aunque también los hay angulares y subredondeados. Color blanco algodonoso, tal vez sean leucoxenos.

Alteritas: 51. Granos inidentificables por presentar la superficie sucia.

ASOCIACIONES:

Solo existen como propia asociación en la fracción menor de 0,125, formada esta por: circones-minerales de titanio y turmalinas. En la fracción mediana, son muy escasos los minerales transparentes y por eso casi no se puede hablar de asociación, pero sería turmalinas-micas-minerales de TiO_2 .

DISCUSION:

En la fracción mayor de 0,250, hay pocos minerales pesados, casi ausentes los transparentes. En la fracción mediana, muchos opacos de alteración y alteritas. Predomina la turmalina entre los transparentes, poco circón rutilo y micas; en resumen, en esta fracción escasos los minerales transparentes, solo 44. En la fracción menor de 0,125, muchos opacos de alteración y alteritas. Mucho circón bastante rutilo y pocas micas. En resumen vemos: aumentan el número de minerales transparentes al disminuir

el tamaño de la fracción, así mismo pasa con los opacos de alteración, pero no con las alteritas que son más abundantes en la fracción mediana que en la menor. Los opacos naturales escasísimos, solo 2 en cada fracción.

En la fracción mediana es interesante destacar, que las turmalinas son subrodadas casi todas y de diversos colores, siendo las más abundantes marrones. Los opacos de alteración parecen ser leucoxenos, subangulares y subrodados. Las alteritas son granos inidentificables por presentar la superficie sucia.

En la fracción menor, que la forman casi toda circones, éstos aparecen fundamentalmente subrodados, algunos prismáticos, los menos. Los rutilos que son muy abundantes en esta preparación, son rojos fundamentalmente, aunque los hay también amarillos, subrodados. Los opacos de alteración parecen ser leucoxenos, subangulares, subrodados y angulares.

Hay una glauconita en la mayor de 0,250 mm.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables	90 %
Minerales inestables	10 %
Roca muy madura.	

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	99	99	100
Moscovitas	1	1	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Formas angulares en el cuarzo, presentándose a veces en agregados normales y otras en agregados en mosaico, se encuentran bastante impurificados, algunos presentan inclusiones de minerales transparentes. Las moscovitas típica forma laminar.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Los cuarzos se presentan bastante más limpios que los de la fracción anterior, subangulares y subrodados, algunos presentan en su superficie señales de erosión, otros están en agregados normales y otros en agregados en mosaico. Las Moscovitas laminares.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Los cuarzos angulares y subangulares, más limpios que los de las fracciones anteriores, viéndose bastantes agregados.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

DISCUSION:

Fracción ligera formada por cuarzos, haciéndose más angulares y limpios en las fracciones menores, así mismo en las menores existen más agregados.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer ya que no hay feldespatos en esta muestra. La no existencia de feldespatos podría ser debido a un transporte largo que los haya hecho desaparecer apoyado por el rodamiento de los minerales pesados y el parcial rodamiento de algunos cuarzos.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca. Estructura microbrechoide. Heterometría de grano. Formada en su mayor parte por cuarzo angular y subangular, algo de calcita microcristalina que parece actuar como cemento, bastante moscovita. Se han encontrado bastantes fragmentos de roca (cuarcita), algo de Chert, algunos opacos. Se vé algo de compuestos de hierro que pueden actuar como cemento.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca rojiza, escasa en carbonatos, materia orgánica y hierro en cemento, gran cantidad de arena sobre todo gruesa y bastante fina, la fracción limo-arcillosa es considerable. La muestra en su fracción arena está formada en su mayor parte por fracción ligera, aunque son considerables el número de minerales pesados.

Los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, no llegando a 200. Las turmalinas (marrones) se acumulan en la fracción mediana, los circones y minerales de titano en la menor de 0,125, escasas micas en ambas fracciones, alguna biotita en la mediana. Interesante la existencia de glauconitas en la fracción mayor de 0,125 aunque en escasa cantidad. Los granos son en general subredados. Los minerales opacos son abundantes acumulándose en la fracción mediana y menor, son en ambas

leucógenos, subangulares y subrodados fundamentalmente. La cantidad de minerales estables en esta roca es muy alta en relación a la de inestables, roca muy madura, apoyado por el rodamiento de los granos.

La fracción ligera formada en su mayor parte por cuarzo, en las tres fracciones no existen feldespatos, y las micas son escasas. Los granos subangulares y subrodados, algunos angulares. La no existencia de feldespatos, nos puede indicar un transporte de larga duración o que la roca madre no los tenía. Ahora en caso de transporte largo, el grado de rodamiento que poseen los minerales pesados y el parcial rodamiento del cuarzo nos apoya esta teoría.

La alteración debe haber sido no muy fuerte, pues hay algunas alteritas en fracción mediana y menor y han desaparecido los feldespatos, y hay pocas micas y minerales inestables.

Por lo que respecta al estudio en lámina delgada: los carbonatos en esta roca en forma de carbonato cálcico, cemento. Formada de granos de cuarzo y algo de micas, como ya se vió en la fracción ligera. Interesante la existencia de cuarcita pues puede haber habido un pequeño aporte metamórfico.

En resumen:

Arenisca, muy madura, que ha sufrido un transporte largo y alteración. Posee aportes de tipo metamórfico.

MUESTRAS DE ZARAUZ

A. ZARAUZ.1DESCRIPCION DE VISU:

Roca gris oscura, con unas zonas casi negras y otras por el contrario blancas. Bastante dura, estructura masiva, y compacta. Tiene pequeñas vetas de calcita que atraviesan la superficie.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Aspecto granular, viéndose micas, calcita y opacos. Filón de calcita.

ANALISIS MECANICO: Sin carbonatos.

Arena gruesa	24,39 %
Arena fina	58,10 %
Limo y arcilla	17,51 %

ANALISIS MECANICO: Con carbonatos.

Arena gruesa	18,09 %
Arena fina	43,10 %
Limo y arcilla	12,99 %
Carbonatos	25,82 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 25,82 %

ARENA LIMPIA: 44,10 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	7,35 %
Entre 0,250-0,125	13,08 %
Menor de 0,125	79,57 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente todo
	Ligera	ligera
Entre 0,250-0,125:	Pesada	1,25 %
	Ligera	98,75 %

Menor de 0,125:	Pesada	0,05 %
	Ligera	99,95 %

DISCUSION:

Arenisca calcárea con alto contenido en arena limpia, bastantes carbonatos. La arena se acumula fundamentalmente en la fracción menor de 0,125. Por lo que respecta a los minerales ligeros y pesados se observa, que en su mayor parte esta roca, y en todas las fracciones está formada por fracción ligera. En cuanto al análisis mecánico, la fracción dominante es la arena fina, con bastante arena gruesa, y en menor cantidad limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . .	3	9	7
Opacos de alteración	-	36	102
Alteritas	5	102	200

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm	Menor de 0,125 mm
Turmalinas	-	-	28
Circones	-	-	34
Rutilos	-	-	10
Anatasas	-	1	18
Apatitos	-	1	-
Moscovitas	1	-	18
Estaurolitas	-	-	2
Monacitas	-	-	1
Espinelas	-	-	3
Fluoritas	-	1	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Escasos minerales. Las alteritas parecen agregados de minerales de fracción ligera anubarrados. Los opacos naturales con forma angular. La Moscovita laminar.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escasez de minerales transparentes. Dominan las alteritas del mismo tipo que las de la fracción anterior. Cobran importancia en esta fracción los opacos de alteración, en total 36, presentando tamaños muy dispares, formas subangulares y colores con luz reflejada roja tal vez sean sideritas.

Es interesante la presencia en esta fracción de una fluorita, totalmente incolora quebrada. También aparece un apatito y una anatasa.

En cuanto a los opacos naturales tan solo hay 9.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

En esta fracción aunque el número de alteritas y opacos de alteración es muy alto, hay bastantes minerales transparentes en total 114.

Circones: 34, dentro de los minerales transparentes, son los más abundantes, variadísimos en formas, desde angulares, prismáticos piramidados, hasta subrodados y muy rodados. Algunos presentan bastantes inclusiones.

Turmalinas: 28, siguen en importancia, por su abundancia a los circones. Las incoloras dan prismas muy pequeños alargados o cortos, el resto son suangulares. Recuento: incolora-verde, 6. Incolora-marrón, 12. Amarilla-marrón, 6. Verde, 4. Las de color verde sin pleocroismo dan una figura de interferencia U casi perpendicular al eje óptico.

Anatasas: 18, color amarillo y tabulares.

Moscovitas: 18, formas laminares.

Rutilos: 10, formas prismáticas piramidadas, prismáticas y angulares. Hay un rutilo que presenta la

macla en codo casi perfecta.

Es interesante la existencia de 3 espinelas, 2 de ellas son rojas y la otra verde.

Se presenta en esta preparación 2 estaurolitas y 1 monacita.

Alteritas: 200, las más abundantes son las mismas que las preparaciones anteriores, siguiendo en abundancia las alteritas del tipo de granos inidentificables por presentar la superficie sucia.

Opacos de alteración: 102, dando con luz reflejada blancos grisáceos unos y otros pardos amarillentos ocreados. Formas en general subrodadas y redondeadas, algunos angulares. Deben ser leucoxenos y limonitas.

ASOCIACIONES:

Solo se puede hablar de asociación en la fracción menor de 0,125, donde se han podido contar 114 minerales transparentes.

Circones.

Minerales de titano

Turmalinas.

La cantidad de minerales de titano y turmalinas es la misma.

DISCUSION:

Hay muy pocos minerales pesados transparentes, solo existen más en la fracción menor de 0,125 mm, en la que se acumulan circones, turmalinas, anatasas, micas y rutilos, por este orden. En la fracción fina es también mayor el número de opacos de alteración y alteritas, que también existen en la fracción intermedia, apreciablemente.

Los opacos de alteración, presentan formas subangulares parecen ser sideritas, en la fracción mediana, en la fracción menor presentan todas las formas y con luz reflejada, dan colores blancos y pardos amarillentos ocreados, estos últimos podrían ser limonitas y los anteriores leucoxenos. Las alteritas son escasas en la fracción mayor, muy abundantes en el resto de las fracciones como ya dijimos.

Por lo que respecta a los minerales transparentes; es interesante destacar la presencia de una fluorita en la fracción 0,250-0,125. Los circones de la fracción menor son variadísimos de formas, desde angulares, prismáticos hasta muy rodados. Las turmalinas son subangulares excepto los prismas de las de las incoloras, abundan las marrones y amarillas. En cuanto a los minerales de titanio, las anatasas son negrísimas y tabulares, los rutilos angulares y prismáticos.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables 81 %
 Minerales inestables 19 %
 Bastante madura (apreciable cantidad de moscovita)

Este índice se ha calculado considerando la fracción menor de 0,125 ya que en la mediana no hay casi minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	100	100	98
Feldespato K	-	-	1
Agreg. Cuarzo-Feld.K.	-	-	1

Estudio de la fracción ligera:

Excepto escaso feldespato potásico aislado y en agregado en la menor, el resto de esta fracción y el total de las otras dos fracciones es cuarzo. El cuarzo se presenta en las tres fracciones en agregados pero según disminuye

el tamaño de la fracción aparecen más cuarzos individualizados, así mismo al disminuir el tamaño de la fracción los agregados aparecen cada vez más limpios. Los cuarzos angulares y subangulares.

RELACIONES:

En las fracciones mayor y mediana no hay feldespatos, luego no se pueden establecer relaciones.

$$\text{En la menor: } \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{98}{1} = 98$$

DISCUSION:

Formadas todas las fracciones ligeras practicamente por cuarzo en agregados aislándose algunos en la menor.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 32,66 \%$$

El porcentaje de feldespatos en esta muestra es bajísimo, pero el cuarzo presenta formas angulares y subangulares, lo que nos hace pensar en un transporte rápido,

luego si no hay casi feldespatos podría ser debido a una alteración "in situ", pero no muy fuerte.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca calcárea. Formada de granos detríticos de cuarzo, angulares y subangulares, moscovita abundante, algo de biotita y clorita, existe también calcita, todo parece cementado por calcita microcristalina y matriz limo arcillosa. Hay una veta bastante ancha de calcita que atraviesa la preparación. Heterometría de granos. Bastantes opacos.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
-	-	18,01	d.	-	-	-	-	-
-	-	-	-	14,01	d.	13,71	d.	cloritas
-	-	12,91	d.	-	-	-	-	-
9,99	m.d.	9,92	r.	9,92	r.	9,92	r.	micas- ilita
7,10	d.	7,07	r.	7,05	r.	6,96	d.	caolinita -clorita
-	-	4,95	m.	4,95	m.	4,95	m.	ilita

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
4,44	d.	4,43	m.d.	4,44	m.d.	4,45	d.	micas- ilita
4,24	m.	4,23	m.	4,22	m.	4,23	m.	cuarzo
3,52	d.	3,51	m.	3,51	m.	-	-	cloritas
3,34	f.	3,33	f.	3,33	f.	3,33	f.	micas-ili ta-cuarzo
3,18	m.d.	3,18	d.	3,17	d.	3,17	d.	-
3,02	m.	3,02	m.	3,01	m.	3,01	m.	calcita
2,88	m.d.	2,87	m.d.	-	-	2,88	m.d.	cloritas
2,55	d.	2,55	m.d.	-	-	2,56	m.d.	cloritas- caolinita
2,48	m.d.	2,48	d.	2,48	m.d.	2,48	m.d.	calcita
2,45	d.	2,44	d.	2,44	d.	2,45	m.d.	caolinita
2,28	d.	2,27	d.	2,27	d.	2,27	d.	calcita
2,12	d.	2,12	d.	2,12	d.	2,12	m.d.	moscovita
1,97	m.d.	1,99	d.	1,99	d.	1,99	d.	micas-ilita
1,81	d.	1,81	d.	1,81	d.	1,81	d.	cuarzo
1,53	m.d.	1,53	d.	1,53	d.	1,53	d.	micas-ili ta-cuarzo

A la vista de la tabla se observa que los minerales en esta fracción son:

Micas-ilitas, cuarzo, calcita, presencia de cloritas y tal vez algo de caolinita.

Discusión:

En el estudio mineralógico de la fracción arena de esta roca, se encontró moscovita bastante, algo de feldespato potásico, cuarzo que formaba casi toda la fracción ligera; y en el estudio mineralógico en lámina delgada se observó cloritas y calcita microcristalina.

Todo ello nos lleva a pensar que las ilitas pueden provenir de la alteración de la moscovita, la caolinita puede venir de la alteración de los feldespatos o ser heredados y las cloritas de la alteración de micas o ser heredadas, pero todo esto es solo una posibilidad.

La existencia de calcita en la fracción arcilla de esta roca puede estar apoyada por el contenido relativamente alto de carbonato cálcico de esta roca.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca calcárea, gran cantidad de arena acumulándose en la fracción fina, bastantes carbonatos, la fracción limo-arcillosa es considerable pero no elevada. La fracción arena formada en su mayor parte por fracción ligera, escasa pesada.

Los minerales pesados se acumulan en la fracción de 0,125 no llegando a 200, escasísimos en la mayor de 0,250 y en la comprendida entre 0,250-0,125. Se acumulan

circones, turmalinas (marrones y amarillas) y minerales de titano, algunas moscovitas. Los granos son angulares y subangulares, algunos subrodados, interesante las anatasas ennegrecidas. El número de minerales estables supera en mucho a los inestables, bastante madura. Los minerales opacos son abundantes acumulándose en la fracción menor de 0,125, siendo sideritas en la mediana y leucóxenos, limonitas en la menor, formas subangulares y subrodadas.

La fracción ligera formada en su mayor parte y en las tres fracciones por cuarzo, escasísimo feldespato y es potásico acumulándose en la fracción menor de 0,125, curioso el cuarzo se presenta en las tres fracciones en agregados, siendo más individuales en la fracción menor de 0,125, siendo angulares y subangulares los cuarzos. El transporte debe haber sido rápido ya que hay algo de feldespatos, apoyado esto por la angulosidad de los granos. La alteración debe haber existido, pues escasos feldespatos, escasos minerales inestables y bastantes alteritas, sobre todo en la fracción menor de 0,125.

En cuanto al estudio en lámina delgada: los granos detríticos de cuarzo, cementado por calcita microcristalina, ya que los carbonatos de esta roca deben estar en forma de cemento, la cantidad de limo y arcilla en forma de matriz, se encontraron moscovitas como en la fracción pesada y ligera.

La fracción arcillosa de esta muestra, formada de micas-ilitas, cuarzo, calcita, cloritas y tal vez algo

de caolinita. Como existen micas en la fracción arena, las ilitas pueden provenir de la alteración de la moscovita, lo cual nos indica alteración en la roca, la caolinita puede venir de la alteración de feldespatos o ser heredadas y las cloritas pueden venir de la alteración de las micas. Esta roca presenta bastante alteración. Como posee un contenido considerable de carbonatos, se ve que la fracción arcilla presenta calcita.

En resumen:

Arenisca calcárea, bastante madura y ha sufrido alteración, el transporte que ha sufrido debe haber sido rápido, pues se han conservado algunos feldespatos, también es posible que estos se hayan alterado "in situ".

B. ZARAUZ.2DESCRIPCION DE VISU:

Roca de color gris bastante oscura, con un filón de calcita y algunos filoncillos en la superficie. Ligera estratificación. Micas en la superficie. Compacta, dura y no muy pesada.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Roca con aspecto granudo, micas y calcita, perfectamente observables.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa . . .	22,90 %
	Arena fina . . .	48,70 %
	Limo y arcilla . .	28,40 %

Con carbonatos:	Arena gruesa . . .	15,21 %
	Arena fina . . .	32,35 %
	Limo y arcilla . . .	18,87 %
	Carbonatos . . .	33,57 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 33,57 %

ARENA LIMPIA: 43,48 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250 . . .	23,99 %
Entre 0,250-0,125 . . .	17,21 %
Menor de 0,125 . . .	58,80 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada . . .	prácticamente todo
	Ligera . . .	ligera
Entre 0,250-0,125:	Pesada . . .	2,02 %
	Ligera . . .	97,98 %



	Pesada	0,75 %
Menor de 0,125:	Ligera	99,25 %

DISCUSION:

Arenisca calcárea con alto contenido en arena limpia y carbonatos. La fracción arena se acumula fundamentalmente en la fracción menor de 0,125 y luego en la mayor.

La arena está formada en su mayor parte por fracción ligera. En cuanto al análisis mecánico domina arena fina y la arena gruesa y limo-arcilla está más o menos en igual proporción.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	4	-
Opacos de alteración	6	27	30
Alteritas	1	18	19
Circones	-	-	6
Biotitas	-	1	1
Moscovitas	-	-	10
Epidotas	-	2	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No existen minerales transparentes y el número de opacos y alteritas es escasísimo. Los opacos tres son subrodados y rojos (sideritas) los otros tres pardos amarillentos ocreados, rodados (limonitas).

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

El número de opacos y alteritas es muy superior al de transparentes. Pero escasísimos transparentes. Las alteritas son como agregados de fracción ligera anubarrados, los opacos de alteración grandes y de formas rodadas son la mayor parte rojizos con luz reflejada (sideritas) y dos son amarillos pardo ocreados (limonitas).

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Escasos minerales transparentes. Los opacos de alteración presentan formas redondeadas dentadas y algunos subredondeadas, con luz reflejada unos son blancos (leucoxenos) y otros rojos (sideritas). Las alteritas son como agregados de minerales ligeros anubarrados y otros del tipo de minerales inidentificables por presentar sucia la superficie.

ASOCIACIONES:

No se pueden definir pues no hay minerales transparentes.

DISCUSION:

Poquísimos minerales transparentes. Algo más de opacos y alteritas. Los pocos transparentes que hay están en la fracción menor, algunas micas laminares y circones. Las alteritas de las tres fracciones son del mismo tipo.

Los opacos de alteración de la fracción mayor: 3 sideritas y 3 limonitas, subrodados. Los de la mediana grandes y rodados, sideritas y dos limonitas. Los de la menor subrodados dentados sideritas pocas y el resto con luz reflejada blancos (leucoxenos).

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular ya que no hay a penas minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	8	100	98
Moscovitas	-	-	2
Alteritas	92	-	-

Estudio de la fracción ligera:

En la fracción mayor: los 8 cuarz^{os}, son aislados, subangulares, muy impurificados y con señales de erosión. Las alteritas deben ser agregados de cristales de cuarzo, recubiertos de una pátina marrón negruzca, ahora bien los bordes se ve claro que son cuarz^{os}.

En la fracción mediana, se ve que lo que antes hemos dado por alteritas son agregados de cuarzo, ya que en esta fracción aparecen muy limpios, hay 3 cuarz^{os} angu^{la}res y aislados.

En la fracción menor, aparecen los cuarz^{os} aislados, más limpios que los de fracciones anteriores, con la superficie rayada, de formas angulares fundamentalmente y también subangulares. Algunos agregados de cuarzo en mo^{sa}ico. Algunos agregados muy limpios.

DISCUSION:

Prácticamente todo cuarzo, en agregados excepto en la fracción menor que están aislados y aparecen pocos agregados y se va encontrando más limpios hacia la menor.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer, pues no existen feldespatos. Así mismo la existencia de alteritas, que son agregados podrían incluir feldespatos, pero que no han sido vistos. Luego no podemos deducir nada por esta relación en cuanto al transporte y alteración se refiere.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca calcárea. Formada de granos detríticos de cuarzo, angulares y subangulares, calcita, opacos y algunas moscovitas, parece cementado todo por calcita microcristalina y matriz limo-arcillosa. Heterometría de granos.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
-	-	14,15	m.d.	-	-	-	-	-
10,04	d.	9,88	r.	9,88	m.	9,81	r.	micas- -ilita
7,10	d.	7,07	m.	7,07	m.	7,01	m.d.	caolinita
5,09	m.d.	4,95	d.	4,94	m.	4,92	m.	micas
4,47	m.	4,44	d.	4,44	d.	4,45	d.	micas- -ilita
4,25	m.	4,22	m.	4,22	m.	4,21	m.	cuarzo
3,85	d.	3,84	m.d.	3,83	m.d.	-	-	calcita
3,51	d.	3,52	d.	3,51	d.	3,50	m.d.	caolinita
3,36	f.	3,33	m.f.	3,33	f.	3,32	m.f.	micas-ili tas-cuarzo
3,20	d.	3,17	d.	3,17	m.d.	3,17	d.	moscovita
3,03	r.	3,02	r.	3,02	r.	3,01	r.	calcita
2,87	m.d.	2,84	d.	2,83	m.d.	-	-	-
2,56	m.	2,55	m.d.	2,54	m.d.	-	-	micas- ilita- caolinita
2,49	d.	2,48	d.	2,47	m.d.	2,47	d.	caolinita- -calcita
2,45	d.	2,45	d.	2,44	d.	2,44	d.	cuarzo
2,27	m.	2,27	d.	2,27	d.	2,26	d.	caolinita- -calcita
2,12	d.	2,12	d.	2,12	m.d.	2,11	d.	moscovita

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
2,09	m.d.	2,08	d.	2,08	m.d.	2,08	d.	calcita
1,97	m.d.	1,99	d.	1,98	d.	1,98	d.	micas- -ilita
1,86	d.	1,86	d.	1,86	m.d.	1,86	d.	calcita
1,81	m.	1,81	d.	1,81	d.	1,81	d.	cuarzo
1,54	d.	1,53	d.	1,53	d.	-	-	micas- -caolini ta-cuarzo

Los minerales que aparecen en la arcilla de esta roca son: micas-ilitas, sobre todo moscovita, cuarzo, calcita y caolinita.

Discusión:

En el estudio mineralógico de la fracción arena se vió la existencia de bastante moscovita y algo de biotita, no se pudo identificar feldespato K pues se encontraron bastantes alteritas, y en cambio se encontró la fracción ligera formada casi toda de cuarzo.

Todo esto nos lleva a pensar en la posibilidad de que las ilitas vengan de la alteración de la moscovita, y la caolinita de alteración del feldespato K, pero lo más probable es que éstas sean heredadas.

La existencia de calcita en la fracción arcilla puede estar apoyada por el contenido bastante alto que tiene esta roca de carbonato cálcico, así mismo en lámina delgada se vió calcita microcristalina.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca calcárea. Alto contenido en arena, sobre todo fina, y en carbonatos, la arena formada en su mayor parte de fracción ligera, la cantidad de limo y arcilla es considerable.

Escasísimos minerales pesados transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125, formada prácticamente por moscovitas y algo de circón y biotita. El índice de madurez no se ha podido calcular ya que es escasa en minerales pesados, pero estos son más inestables que estable. Los opacos, escasos acumulándose en la fracción mediana y menor siendo sideritas, limonitas y leucoxenos, de formas subrodadas. Las alteritas son escasas, acumulándose en la fracción mediana y menor.

En cuanto a la fracción ligera, formada casi en su totalidad por cuarzo, y algunas moscovitas, los cuarzos angulares y subangulares bastante impurificados, no existen feldespatos.

Por lo que se refiere al estudio en lámina delgada: los granos detríticos de cuarzo unidos por cemento

de calcita microcristalina, en forma de cemento debe estar el carbonato encontrado. La fracción limo-arcillosa en forma de matriz.

Los minerales que se encontraron en la fracción arcilla, micas-ilitas, cuarzo, calcita y caolinita. Las ilitas deben venir de la alteración de las moscovitas, la caolinita, debe ser heredada. Se encuentra calcita, lógico, ya que en el análisis mecánico se vió que esta roca era rica en carbonatos.

La ilitas de la arcilla, la existencia de alteritas, y la no existencia de feldespatos en la arena, nos hace pensar en que esta roca ha sufrido alteración, por otro lado la existencia de bastantes inestables, apoyado por la subangulosidad y angulosidad de los granos nos hace pensar en una roca bastante inmadura, aunque no aparecen feldespatos, puede ser debido a un transporte algo largo que los ha hecho desaparecer o alterarse. Así mismo, la existencia de sideritas y limonitas en la fracción pesada, pues la siderita se altera a limonita, nos da un índice de la alteración. Ahora bien, podría ser que el área madre no tuviera feldespatos. De hecho lo único seguro es la alteración existente, pero no se puede hablar ni de madurez, ni de transporte.

En resumen:

Arenisca calcárea, al parecer ha sufrido alteración.

C. ZARAUZ.3

DESCRIPCION DE VISU:

Roca de color gris con zonas muy oscuras casi negras. Fractura concoidea. Ligerísima estratificación; es una roca bastante compacta. Micas, muchas en superficie Dura y algo pesada.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Aspecto granudo y muchas micas.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa . . .	37,19 %
	Arena fina . . .	40,81 %
	Limo y arcilla . . .	22,00 %

Con carbonatos:	Arena gruesa . . .	23,21 %
	Arena fina . . .	25,47 %
	Limo y arcilla . . .	13,74 %
	Carbonatos . . .	37,58 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 37,58 %

ARENA LIMPIA: 41,22 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	38,40 %
Entre 0,250-0,125	16,41 %
Menor de 0,125	45,19 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	Prácticamente todo ligera.
	Ligera	-
Entre 0,250-0,125:	Pesada	0,48 %
	Ligera	99,52 %

	Pesada	0,72 %
Menor de 0,125:	Ligera	99,28 %

DISCUSION:

Arenisca calcárea. Bastante arena limpia y carbonatos, siendo más alto el porcentaje de arena limpia, acumulándose ésta en la fracción menor de 0,125 y en la mayor de 0,250. La arena está formada en su mayor parte por fracción ligera. En cuanto al análisis mecánico, formada de arena fina y gruesa con bastante limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	-	12
Opacos de alteración	4	1	72
Alteritas	-	10	96
Turmalinas	6	-	25
Circones	4	-	32
Rutilos	-	-	28
Anatasas	-	-	17
Moscovitas	7	12	36
Biotitas	2	1	1
Glauconitas	1	-	1
Sillimanita	-	-	5

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Escasísima tanto en minerales transparentes como opacos, interesante la existencia de glauconita.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escasísimos granos minerales. Las alteritas son como agregados de minerales ligeros anubarrados.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Mayor número de opacos y alteritas que de transparentes aunque se acumulan en esta fracción 145 minerales transparentes. Luego, la fracción más importante en esta muestra es ésta.

Dominantes dentro de los minerales transparentes en esta preparación: micas, incoloras: 36. Circones, 32. Las micas incoloras son laminares, de tamaño superior al del resto de los granos de esta fracción deben ser moscovitas. Los circones muy abundantes los de pequeño tamaño y rodados, aunque también los hay prismáticos y prismáticos piramidados.

Bastante abundantes son las turmalinas, 25 y Rutilos, 28. Las turmalinas se puede decir que todas son

prismáticas ya que son todas casi, incoloras, las que presentan pleocroismo de amarillo-marrón son angulares, las prismáticas son de pequeñísimo tamaño y muchas presentan inclusiones de carbón. Recuento: incolora-amarilla, 12. Incolora-verde, 3. Incolora-parda, 9. Amarilla-marrón, 1. En cuanto a los rutilos se puede decir que abundan tanto las formas angulares como las prismáticas. Las anatasas, 17, son bastante frecuentes, casi todas muy opacas, no pudiéndose ver bien sus propiedades, formas tabulares.

Muy importante la existencia de una glauconita.

Sillimanitas, 5 y biotitas, 1.

Las alteritas, 96, son muy pequeñas, del tipo de minerales inidentificables por presentar su superficie sucia.

Opacos de los 84, solo 12 son Naturales, el resto son de alteración. Formas subangulares y subredondeadas, color blanco grisáceo (leucoxenos). Tamaños muy pequeños.

ASOCIACIONES:

Solo se puede hablar de tal asociación en la fracción menor de 0,125:

Minerales de titano.

Micas.

Circones.

DISCUSION:

Existen algunas micas, turmalinas y circones en la fracción gruesa. Algunas micas en la intermedia. En la fina, micas, circón, rutilos y turmalinas, algo de sillimanita y anatasa. Abundan más los opacos de alteración y las alteritas, representados en mayor número en la fracción menor de 0,125. Glauconita, una en la mayor y otra en la menor. En la fracción menor se han podido contar hasta 145 minerales transparentes. En general los circones bastante rodados, aunque algunos prismáticos, las turmalinas prismáticas, casi todas son incoloras, abundantes amarillas y marrones, angulares, los rutilos, angulares y prismáticos, las anatasas tabulares.

Las alteritas del tipo de minerales inidentificables por tener su superficie sucia. Los opacos de alteración son subangulares y subrodados, blancos grisáceos y de pequeño tamaño, posiblemente leucoxenos.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . .	70 %
Minerales inestables . .	30 %
Medianamente madura (abundante moscovita).	

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la mediana hay escasísimos minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	-	100	100
Alteritas	100	-	-

Estudio de la fracción ligera:

La fracción mayor formada por alteritas en su totalidad, parecen ser agregados de cuarzo recubiertos de una patina marrón negruzca. Son muy grandes, en los bordes de las alteritas se ven trocitos de cuarzo angulosos. La fracción mediana está formada en su totalidad por agregados de cuarzo, también recubiertos por una patina marrón negruzca pero se encuentran más limpios que las alteritas de la fracción anterior, esto nos induce a pensar que la fracción mayor es toda de cuarzos. La fracción menor formada en su totalidad por cuarzos mucho más limpio que los de las fracciones anteriores, existiendo en agregados o aislados subangulares.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

DISCUSION:

Las tres fracciones formadas por cuarzo que se van encontrando, al disminuir el tamaño de la fracción, más limpios.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer pues no hay feldespatos. Podrían existir los feldespatos agregados en las alteritas, pero al no poderse identificar éstas, no se ven los feldespatos si los hay.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca calcárea. Formada de granos detríticos de cuarzo, angulares y subangulares, calcita, muchos opacos y moscovitas, parecen estar cementados por calcita microcristalina y matriz limo-arcillosa. Tiene algo de hierro. Tamaño del grano muy pequeño, heterométrica.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
9,92	d.	9,81	m.	9,92	d.	9,92	m.	micas-ilita
7,07	d.	7,01	d.	7,07	d.	-	-	caolinita
4,92	m.d.	4,94	m.d.	4,99	d.	4,97	d.	ilita
4,45	d.	4,45	m.d.	4,45	d.	4,44	d.	micas-ilita
4,24	m.	4,22	m.	4,24	r.	4,23	m.	cuarzo
3,84	d.	3,83	d.	3,84	m.d.	3,84	d.	calcita
3,49	m.d.	3,51	d.	3,53	d.	3,49	d.	caolinita
3,34	f.	3,33	f.	3,33	f.	3,34	f.	micas-ilita- -cuarzo
3,19	d.	3,17	m.d.	3,29	m.d.	3,18	m.d.	moscovita
3,03	r.	3,01	r.	3,02	r.	3,02	r.	calcita
2,56	d.	2,56	m.d.	2,56	d.	2,55	d.	micas-ilita- -caolinita
2,45	m.d.	2,44	m.d.	2,45	d.	2,45	d.	caolinita- -calcita
2,27	m.	2,27	d.	2,27	d.	2,27	d.	caolinita- -calcita
2,12	d.	2,12	m.d.	2,12	d.	2,12	d.	moscovita
2,09	d.	-	-	2,08	d.	2,08	d.	calcita
1,97	m.d.	1,99	m.d.	1,99	d.	1,99	d.	micas-ilita
1,90	d.	1,90	m.d.	1,90	d.	1,90	d.	calcita
1,87	d.	1,86	d.	1,86	m.d.	1,86	d.	calcita
1,81	d.	1,81	m.d.	1,81	d.	1,81	d.	cuarzo
1,54	d.	-	-	1,54	d.	1,54	d.	micas-caoli nita-cuarzo

En resumen, los minerales de la arcilla en la roca son: micas-ilitas, sobre todo moscovita, cuarzo, calcita y caolinita en menor proporción.

Discusión:

En el estudio mineralógico de la fracción arena se encontraron, abundantes moscovitas, escasas biotitas, y cuarzo formando casi toda la fracción ligera. Lo que no pudo ser identificado fué feldespato K dada la cantidad de alteritas que unidas al cuarzo formaban la fracción ligera.

Todo esto nos hace pensar en la posibilidad, de que las ilitas podrían provenir de la alteración de la moscovita, y la caolinita de la alteración de los feldespatos, más probable es que sea heredada.

La existencia de calcita en la arcilla puede estar apoyada, por el contenido considerable de carbonato cálcico de esta roca, así mismo se observó calcita microcristalina en lámina delgada.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca calcárea, formada por arena fina y gruesa y carbonatos, algo de fracción limo-arcillosa, la arena

en su mayor parte formada de minerales ligeros, escasos pesados.

En cuanto a los minerales pesados, se acumulan en la fracción menor de 0,125 no llegando a 200, en la mediana y mayor existen algunas moscovitas y biotitas. La fracción menor, formada de minerales de titano (anatasas y rutilos), moscovitas, circones y turmalinas (amarillas y marrones), interesante la glauconita en la fracción mayor de 0,250. Los granos en general angulares, algunos circones subrodados, las anatasas ennegrecidas y tabulares. La cantidad de minerales estables es bastante superior a la de inestables, luego parece ser una roca medianamente madura, En cuanto a los minerales opacos, son abundantes en la fracción menor de 0,125, subangulares y subrodados, leucoxenos. La alteración en esta roca debe haber sido apreciable, como lo demuestra la biotita no aparece en fracciones menores, la moscovita se acumula en las menores, las anatasas alteradas, acumulación de los transparentes en la fracción menor, bastante más minerales estables que inestables, aparecen leucoxenos, que suelen provenir de la alteración de minerales de titano.

La fracción ligera formada por cuarzo, aunque aparecen gran cantidad de alteritas, que por los tratamientos realizados se vió que eran cuarzo, pero no se pudo identificar feldespatos, los cuarzos en general en agregados y suelen ser angulosos o subangulares.

En cuanto al estudio en lámina delgada se dedujo: arenisca formada de granos de cuarzo, calcita y micas, cementado por calcita microcristalina (apoya el alto contenido en carbonatos de esta roca), el limo y arcilla en forma de matriz.

Los minerales de la arcilla, micas-ilitas, cuarzo, calcita y caolinita. La moscovita por lo que se ve no solo está en la fracción menor de la arena sino también en la arcilla, dato de alteración, las ilitas pueden provenir de la alteración de las moscovitas, dato de alteración, la caolinita puede ser heredada y la calcita, lógica su aparición, dado el alto contenido de carbonatos de esta roca.

En resumen:

Arenisca calcárea, medianamente madura, ha sufrido bastante alteración.

D. ZARAUZ.4DESCRIPCION DE VISU:

Tramo blando típico del flysch, totalmente disgregado, se han encontrado fósiles. Deleznable, untuoso al tacto, color gris claro, muy compacta.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

No se ve nada claro debido al tamaño tan fino.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	3,61 %
Arena fina	6,92 %
Limo y arcilla	89,47 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 9,14 %

ARENA LIMPIA: 19,44 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	3,78 %
Entre 0,250-0,125	12,14 %
Menor de 0,125	84,08 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0,00 %
	Ligera	100 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	9,15 %
	Ligera	90,85 %
Menor de 0,125:	Pesada	3,11 %
	Ligera	96,89 %

DISCUSION:

Lutita calcárea. Bastantes carbonatos para ser lutita y bastante arena, acumulándose ésta en la fracción

menor. En cuanto al análisis mecánico, se ve que está formada casi toda la roca, por fracción limo-arcillosa, escasa arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	3	10
Opacos de alteración	-	7	132
Alteritas	-	246	106
Turmalinas	-	-	28
Circones	-	-	34
Rutilos	-	1	7
Anatasas	-	-	10
Moscovitas	-	-	1
Epidotas	-	-	5
Hiperstenas	-	-	1
Sillimanitas	-	-	1
Granates	-	-	1
Estaurolitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No hay minerales en dicha fracción.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Dominan totalmente las alteritas son como agregados de minerales unidos por arcilla, no posibles de identificar. Los opacos son de tamaños pequeños. Transparentes tan solo existe un rutilo.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Es una preparación muy variada en especies transparentes pero solo se han podido contar 88, muy elevado el número de opacos y alteritas en esta preparación. Las alteritas, unas son como las de la fracción anterior, otras son minerales inidentificables por presentar sucia la superficie y otras agregados de minerales ligeros también no posible su identificación.

Opacos: 142. 10 son naturales y 132 de alteración. Abundancia de unos opacos de formas redondeadas dentadas que con luz reflejada dan colores casi negros muy brillantes, deben ser illmenitas, el resto son de formas subangulares y colores amarillos (posibles limonitas). Dentro de los minerales transparentes dominan los circones y turmalinas. Circones:

34, varidísimos de formas y pureza, unos presentan inclusiones en cambio otros no, las formas van desde prismáticas cortas, alargadas y bipiramidadas, hasta totalmente rodadas, pasando por subangulares y subrodadas, tamaños muy pequeños. Las turmalinas: 28, son variadísimas de pleocroismos, de tamaños muy pequeños, formas prismáticas las incoloras y angulares rotas el resto, estas últimas son algo más grandes que las incoloras; recuento: verde parduzco sin pleocroismo, 6. Amarilla-verde, 1. Marrón-negra, 2. Amarilla-marrón, 1. Incolora-verde, 10. Incolora-marrón amarillenta, 6. Amarilla, 1. Incolora-negra parda, 1. Frecuentes son las anatasas y los rutilos. Anatasas, 10, tabulares y muy negras. Rutilos, 7, de los que 6 son rojos y 1 amarillo éste prismático perfecto con bipirámide.

Con pequeñísima abundancia cabe destacar: 1 mica incolora, 1 hiperstena prismática rojiza, 5 epidotas bastante incoloras y redondeadas, 1 sillimanita, 1 granate limpiísimo rosáceo y de forma alargada, 1 estaurolita.

ASOCIACIONES:

No existen en la mayor ni en la mediana. En la menor es: circón-turmalina-minerales de titanio.

DISCUSION:

No hay minerales transparentes en la mediana ni en la mayor. Solo en la menor, dominando los circones de todas las formas desde prismáticos hasta rodados, las turmalinas variadísimas dominando las verdes y amarillas, marrones, formas angulares y prismáticas, los minerales de titanio fundamentalmente anatasas y muy negras, y rutilos rojos. Las alteritas se acumulan en la mediana formando casi toda la fracción, también abundantísimas en la menor de 0,125. Los opacos se acumulan en la menor, illmenitas y limonitas.

El número de transparentes de la fracción menor no llega a 100, 88.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . .	90 %
Minerales inestables . . .	10 %
Muy madura.	

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la mediana hay escasísimos minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	68	38	30
Alteritas	30	62	70
Biotitas	1	-	-
Moscovitas	1	-	-

Estudio de la fracción ligera:

Cuarzos: En la fracción mayor y mediana hay 18 y 25, aislados respectivamente, subangulares y con la superficie rayada, en la menor 12 y son angulares, el resto de los cuarzos se presentan en agregados, de cristales angulares que en las fracciones mayores están recubiertos de una pátina marrón negruzca y en la menor están muy limpios.

Alteritas: Todas las fracciones con las mismas características, laminares moteadas, marrones y que al cruzar los nícoles aparecen microcristalinas.

RELACIONES:

No se pueden establecer en ninguna fracción pues no se han visto feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Prácticamente toda la fracción ligera formada por cuarzo, angulares y subangulares y algunas micas.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se han podido establecer, ya que no hay feldespato, o al menos no han podido ser identificados, ya que la fracción ligera posee alteritas, y si están en ellas no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Lutita calcárea. Escasísima fracción arena, sin estratificación y sin orientación.

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
51,64	19,48	5,57	1,82	7,70	0,41	3,13	-	12,71

TiO₂ menor de 0,10

P.P.C.	12,71
CO ₂	4,02
CO ₃ Ca (deduc. del CO ₂) . .	9,14
CO ₃ Ca (deduc. del <u>CaO</u>) . .	13,75

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales arcillosos que pierden agua al calcinar.

Hay exceso de CO₃Ca deducido del CaO, luego se puede pensar en minerales ricos en calcio (plagioclasas). En la fracción ligera, no se encontraron plagioclasas, pues hay muchas alteritas y tal vez las plagioclasas estén en las alteritas y no han podido ser identificadas.

El porcentaje de Fe₂O₃ es alto en esta muestra, debe estar en forma de minerales ferro-magnésianos en la fracción arena, como biotitas, hiperstenas, aunque son escasos, turmalinas, y así mismo en la fracción arcilla, como cloritas.

El porcentaje de K₂O es considerable, este puede estar en forma de micas en la fracción arena y así mismo de micas e ilitas en la fracción arcilla.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinado</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
-	-	14,01	d.	13,92	d.	13,38	d.	cloritas
9,99	d.	9,92	f.	9,92	f.	9,98	m.f.	micas-ilita
7,10	m.d.	7,13	r.	7,10	r.	-	-	caolinita
4,97	m.d.	4,96	r.	4,95	m.	4,95	r.	ilitas
4,43	m.	4,44	m.d.	-	-	-	-	-
4,23	m.d.	4,23	d.	4,23	d.	4,22	d.	cuarzo
3,55	m.d.	3,56	r.	3,55	m.	-	-	caolinita- -clorita
3,33	r.	3,33	f.	3,31	f.	3,31	m.f.	micas-ilita- -cuarzo
3,02	m.	3,02	m.	3,02	m.	3,02	m.	calcita
2,43	m.d.	2,48	d.	2,48	d.	2,48	d.	caolinita- -calcita
2,27	m.d.	2,27	m.d.	2,27	m.d.	2,27	m.d.	caolinita- -calcita
2,08	m.d.	2,08	m.d.	2,09	m.d.	2,08	m.d.	calcita
1,99	m.d.	1,99	m.	1,99	m.	1,99	m.	micas-ilita
1,86	m.d.	1,87	m.d.	1,87	m.d.	1,87	m.d.	cuarzo

Los minerales de la arcilla en esta roca son:
 Micas-ilitas, cuarzo, calcita, caolinita y presencia de
 clorita.

Discusión:

Como vimos en los análisis químicos, el CO_2 no cubría la pérdida por calcinación, lo que nos hacía pensar en la existencia de minerales de arcilla que perdían agua al calcinar, que en efecto hemos encontrado en la fracción arcilla, micas-ilitas, caolinitas y clorita. Por otro lado el MgO y Fe_2O_3 hallados en los análisis químicos parte pueden estar en las cloritas encontradas en la fracción arcillosa. El K_2O calculado en el análisis químico, como en la fracción arena no se ha podido identificar ortosa, posiblemente esté el K en forma de micas-ilitas.

Por otro lado, en el análisis mineralógico de la fracción arena, se encontró moscovita y biotita, no se pudo identificar feldespato K, pues hay bastantes alteritas en la fracción ligera. La fracción ligera formada casi toda de cuarzo. No se encontró clorita.

De todo esto se podría deducir la posibilidad, de que las ilitas vinieran de la alteración de la moscovita, la caolinita de la alteración de los feldespatos o bien ser heredada, ésta posibilidad es más lógica y las cloritas podrían venir de alteración de las micas o bien ser heredadas.

La existencia de una considerable cantidad de carbonato cálcico para ser lutita, apoya la existencia de calcita en la fracción arcilla.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Lutita, gris, tramo blando típico del flysch, formada casi toda de fracción limo-arcillosa, la cantidad de arena gruesa y fina es pequeña, siendo la cantidad de ésta algo más notable, la fracción arena está formada principalmente de minerales ligeros, los pesados son escasos. La cantidad de carbonatos para ser una lutita es considerable, luego se la podría llamar, lutita calcárea.

Los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, siendo los circones y las turmalinas (verde, amarilla y marrón) los minerales dominantes, acompañados de minerales de titano (anatasas y rutilos), algo de moscovita y algunos minerales de metamorfismo. Las formas de los granos en general angulares, prismáticas y tabulares, algunos circones rodados. El número de minerales estables es muy superior al de inestables, es muy madura. En cuanto a los minerales opacos son muy abundantes, acumulándose en la fracción menor de 0,125 illmenitas y limonitas subrodados y subangulares. Las alteritas muy abundantes, acumulándose en la fracción media na y menor.

La fracción ligera formada en su mayor parte por cuarzos, algunos aislados, pero la mayor parte agregados, de formas angulares. Se encontraron muchas alteritas, que al ser estudiadas se vieron que eran cuarzos, pero los feldespatos no pudieron ser identificados, hay algo de moscovita y biotita en la fracción mayor de 0,250.

El estudio en lámina delgada, nos permitió observar, que esta roca era pobre en fracción arena, y que no presentaba estratificación.

El análisis químico nos permitió deducir la posible existencia de plagioclasas, que al haber alteritas no han podido ser identificadas, pero que es posible que existan. Por otro lado la existencia, por el contenido en K_2O , de feldespatos, o micas e ilitas. Ya que las micas son escasas en la fracción pesada; como luego veremos, en la arcilla son abundantes, así como las ilitas. El contenido de óxido férrico apoya la existencia de cloritas que se hallaron en la fracción arcillosa y de minerales ferromagnesianos como fueron halladas en la arena, turmalinas, biotitas, hiperstenas.

Los minerales de la fracción arcillosa son, micas-ilitas, cuarzo, calcita, caolinita y algo de clorita. La cantidad de micas en esta fracción es un dato de alteración ya que las micas existen en la fracción menor de 0,125 en la arena y en la fracción arcilla o sea han pasado a tamaños menores, por otro lado las ilitas podrían venir de la alteración de las moscovitas, luego esta roca ha sufrido alteración, así mismo las cloritas podrían venir de la alteración de las micas o ser heredadas. La caolinita podría ser heredada. La existencia de calcita viene apoyada por la cantidad de carbonatos encontrados en esta roca, altos para ser lutita, luego deben de estar en forma de minerales arcillosos como calcita. Como se vió

en el análisis químico esta roca es bastante rica en sílice, apoyado por la existencia de cuarzo en su fracción arcilla y arena.

La alteración en esta roca viene apoyada por, la acumulación de los minerales pesados transparentes en la fracción menor de 0,125, la existencia de micas en fracción menor y la de biotitas en mayor pero desaparece en menor de 0,125; y el ennegrecimiento de las anatasas, y la cantidad de alteritas que posee.

En resumen:

Lutita calcárea, tramo blando típico del flysch, muy madura y ha sufrido bastante alteración.

E. ZARAUZ.5DESCRIPCION DE VISU:

Arenisca policromada, zonas amarillas, zonas blanquecinas y otras tirando a color ócre, de tacto áspero, grano medio, compacta pero algo porosa, masiva. En superficie se aprecian laminillas de mica.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Cuarzos, viéndose algunos granos blancos acaramelados y otros menos transparentes que éstos. El cuarzo se encuentra muy fracturado. Grano medio. Láminas de micas.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	27,58 %
Arena fina	60,66 %
Limo y arcilla	11,76 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 1,60 %

MATERIA ORGANICA: 2,48 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,65 %

ARENA LIMPIA: 82,76 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	0,79 %
Entre 0,250-0,125	59,71 %
Menor de 0,125	39,50 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0 %
	Ligera	100 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	0,52 %
	Ligera	99,48 %
	Pesada	0,75 %
	Ligera	99,25 %

DISCUSION:

Arenisca. Como corresponde a una arenisca, gran cantidad de arena limpia en cambio muy poca cantidad de carbonatos, dato curioso, bastante materia orgánica para ser una roca, bajo contenido de hierro en cemento.

La arena se acumula fundamentalmente en la fracción mediana y menor, fundamentalmente en la comprendida entre 0,250 y 0,125 mm. Mucha cantidad de fracción ligera respecto a la pesada, apareciendo ésta en mayor proporción en la fracción menor de 0,125. En cuanto al análisis mecánico, la arena se concentra en la fracción fina. Hay escasa fracción limo-arcillosa.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . . .	-	9	-
Opacos de alteración . .	-	108	100
Alteritas	-	262	50
Turmalinas	-	156	47
Moscovitas	-	1	3
Biotitas	-	5	1
Circones	-	12	89
Anatasas	-	9	21
Rutilos	-	17	20
Glauconitas	-	-	18
Estauroalitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No existen minerales en esta fracción.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Existe mayor cantidad de opacos que de transparentes, aunque de estos se han podido contar hasta 200. Las turmalinas dentro de los minerales transparentes son

las dominantes, presentando formas angulares y subangulares y las incoloras prismas cortos. Muy variadas de pleocroismos. Recuento: 54 incolora amarillenta a marrón, 38 marrón a negra, 33 marrón clara a marrón oscura, 25 incolora a negra, 5 verde oscura a verde clara, 1 incolora rosada a negra. De este recuento se puede deducir que las turmalinas más abundantes son las marrones en todas sus variedades. Presentan bastantes inclusiones de carbón.

Rutilos: 17.

Circones: 10, formas rodadas.

Anatasas de forma tabular y amarillas. Escasas son las moscovitas y biotitas. Los opacos muy abundantes, subangulares y angulares, parecen ser limonitas y sideritas. Las alteritas abundantísimas, son inidentificables por tener sucia la superficie.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Dominan los minerales transparentes sobre los opacos, de aquellos se han podido contar hasta 200. Los circones los dominantes, hay isotropizados, totalmente transparentes y algunos rosados, formas variadísimas, desde rodadas a prismáticas, hay algunos encapuchados.

Las turmalinas, presentan formas angulares y subangulares, las incoloras dan prismas cortos bastante perfectos. Recuento: 25 amarilla a marrón, 7 marrón a ne-

gra, 5 amarilla a negra, 8 verdes, 1 azul grisácea a negra, 1 rosa a negra. Luego las turmalinas más abundantes son las marrones.

Los rutilos en general rojizos, bastantes muy negros, posiblemente illmenorutilos. Las anatasas tabulares amarillas. Las glauconitas son abundantes, unas verdosas y otras pardas. En escasa proporción, biotitas, es tauroalitas, moscovitas.

Los opacos presentan formas angulares y subangulares, deben ser limonitas. Las alteritas son del tipo de minerales inidentificables por tener su superficie sucia.

ASOCIACIONES:

En la fracción comprendida entre 0,250-0,125:

Turmalinas.

Minerales de titanio.

Circones.

Aunque en esta fracción la asociación es relativa, ya que está casi toda formada por turmalinas.

En la fracción menor de 0,125:

Circones.

Turmalinas.

Minerales de titanio.

DISCUSION:

No existen minerales pesados en la fracción mayor de 0,250 mm.

Opacos naturales escasísimos en las otras dos fracciones.

Los opacos de alteración se acumulan en la medana, apareciendo en bastante cantidad, así como las alteritas que se acumulan en esta misma fracción aún en mayor cantidad, que los opacos de alteración. Los opacos de alteración de las dos fracciones son limonitas, con formas angulares y subangulares, algunas sideritas en la mediana.

Los minerales transparentes en las dos fracciones son muy abundantes, contándose en ambas hasta 200. Dominio de turmalinas en la fracción mediana, acompañadas de minerales de titano y algunos circones. Las turmalinas presentan formas angulares y subangulares, y las incoloras prismas perfectos, tienen inclusiones de carbón, variadísimas de pleocroismos y abundando las marrones, aparecen unas verdes preciosas y otras rosadas. Las anatasas tabulares y los circones rodados.

En la fracción menor de 0,125, acumulación de circones variadísimos de formas, desde rodados a prismá-ticos piramidados, se dan algunas variedades isotropiza-das. Acompañando a los circones aparecen turmalinas y minerales de titano, aquellas de las mismas característi

cas que las de las fracción mediana, abundando las marrones y apareciendo una azul grisácea y otra rosa preciosa. Por lo que respecta a los minerales de titano los rutilos presentan colores rojizos muy oscuros (illmenorutilos), las anatasas tabulares, Muchas glauconitas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . . 93 %
Minerales inestables . . . 7 %
Muy madura.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	87	88	84
Feldespatos K	5	4	4
Feldespatos Ca-Na . . .	-	2	-
Agreg. Cuar.-F.K. . . .	1	-	-
Agreg. Cuar.-F.Ca-Na . .	-	4	-
Moscovitas	1	2	-
Biotitas	6	-	12

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Cuarzo: Con bastantes impurezas e inclusiones incluso de algún transparente, algunos son agregados en mosaico, y muchos presentan las superficies con señales de erosión. Hay agregados. Formas fundamentalmente angulares, algunos subangulares.

Feldespatos: Grandes, con formas prismáticas, muy negros y como rayados en el interior del grano.

Biotitas: Rojas y rodadas.

Moscovitas: Grandes laminares.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Cuarzo: Subangular, rayado en superficie y con impurezas.

Feldespatos: Impurificados y subangulares.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzo: Subangulares y angulares. Mucho más limpios que los de las otras fracciones.

Feldespatos: Subangulares y superficie rayada.

Biotitas: Laminares rojizas, algo más grandes que el resto de los granos.

RELACIONES:

Mayor de 0,250: Cuarzo/feldespatos = $87/5 = 17,40$. No hay feldespatos calco-sódicos, luego no pueden establecerse relaciones de feldespatos.

Entre 0,250-0,125: Cuarzo/feldespatos = $88/6 = 14,66$
Feldespato K/feldespato Ca-Na =
 $= 4/2 = 2$.

Menor de 0,125: Cuarzo/feldespatos = $84/4 = 21$. No hay plagioclasas, luego no se pueden establecer relaciones de feldespatos.

DISCUSION:

Dominio del cuarzo en las tres fracciones, angulares, haciéndose subangulares al disminuir el tamaño de la fracción. Pocos feldespatos y bastantes biotitas.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

Cuarzo/feldespatos = 17,68.

La cantidad de feldespatos en esta muestra es escaso. La cantidad de cuarzo muy elevada y con formas angulares y subangulares, y la existencia de feldespatos

nos podría indicar un transporte rápido.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca. Heterométrica. Granos angulares. Los granos son cuarzo, con la superficie muy impurificada, algo de chert, micas sobre todo moscovitas, parece haber glauconita. Escasísimo cemento debe ser de tipo calcáreo, escasa matriz limo-arcillosa. Estructura microbrechoide.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinado</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
-		9,88	m.	9,99	m.	9,92	m.	micas-ilitas
7,19	m.d.	7,19	m.	7,16	m.	-	-	caolinita
4,91	d.	4,97	m.d.	4,92	d.	-	-	ilita-goethi ta
4,45	d.	-		4,41	d.	4,43	m.d.	micas-ilita
4,26	m.	4,23	m.	4,23	m.	4,22	m.	cuarzo
3,55	m.d.	3,53	m.	3,53	d.	-	-	caolinita
3,34	m.f.	3,33	f.	3,33	f.	3,33	f.	micas-ilita- -cuarzo
2,69	m.d.	2,67	m.d.	2,67	d.	-	-	goethita
2,46	d.	2,44	d.	2,44	d.	2,44	d.	caolinita

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinado</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d.</u>	<u>I</u>	
2,28	d.	2,27	d.	2,27	d.	2,27	d.	caolinita
2,12	d.	2,12	d.	2,12	d.	2,11	d.	moscovita
1,97	d.	2,00	m.d.	1,97	d.	2,01	m.d.	micas-ilita
1,81	m.	1,81	d.	1,81	d.	1,81	d.	cuarzo
1,54	d.	1,53	d.	1,53	d.	1,53	d.	micas-caoli nita-cuarzo

En resumen, los minerales de la arcilla son: micas-ilitas, sobre todo micas, cuarzo, caolinita y presencia de goethita.

Discusión:

En el estudio mineralógico de la fracción arena, se encontraron algunas moscovitas y biotitas, algo de feldespato K y plagioclasas y gran cantidad de cuarzo.

Esto nos puede hacer pensar en la posibilidad de que las ilitas procedieran de la alteración de la moscovita y la caolinita de la alteración de los feldespatos aunque esta última es más probable que sea heredada.

La existencia de goethita en la fracción arcilla es interesante, ya que en la fracción arena se observó con luz reflejada bastantes limonitas entre los minerales pe-

sados, como es difícil de distinguir la limonita de la goethita con luz reflejada, al encontrar ésta en la fracción arcilla, nos hace pensar que en vez de limonita, en la arena, lo que había era goethita.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca amarilla, escasa cantidad de carbonato, bastante materia orgánica para ser roca, bajo contenido de hierro en cemento, gran cantidad de arena sobre todo fina, bastante gruesa, escasa fracción limo-arcillosa. La arena formada en su mayor parte de fracción ligera aunque existen bastantes minerales pesados.

Acumulación de los minerales pesados transparentes en la fracción comprendida entre 0,250-0,125 y en la menor de 0,125, no existiendo en la mayor de 0,250. En la fracción mediana se acumulan las turmalinas (amarillas, marrones e incoloras-negras), pasando en menor cantidad a la fracción menor de 0,125, donde los minerales dominantes son los circones y minerales de titano (anatasas y rutilos). En la fracción mediana acompañan a las turmalinas, los circones y los minerales de titano. Escasas en ambas fracciones las micas (moscovitas y biotitas). Muy interesante la existencia de bastante glauconita en la menor de 0,125. La forma de los granos, prismáticos, angulares y subangulares, algunos circones rodados. El número de minerales estables es muy superior al de inestables, roca muy madura

Los minerales opacos se acumulan en la fracción mediana y menor, siendo abundantes, sideritas en la mediana y limonitas en la menor, por el estudio de los minerales de la arcilla se dedujo que estas limonitas no eran tales sino que eran goethitas, ambas muy difícil de diferenciar en la fracción arena por el simple estudio con luz reflejada. Formas angulares y subangulares. Las alteritas muy abundantes sobre todo en la fracción mediana.

La fracción ligera formada en su mayor parte por cuarzo en las tres fracciones, ahora bien, existen feldespatos aunque no muchos, son potásicos y calco-sódicos, bastante biotita sobre todo en la fracción menor de 0,125. Los cuarzos son angulares y subangulares. Luego por los minerales ligeros es inmadura.

Por el estudio en lámina delgada se dedujo que los granos de cuarzo, estaban cementados por algo de calcita y entre ellos aparecía matriz limo-arcillosa.

Los minerales de la arcilla; cuarzo, que ya se encontró en cantidad en la fracción ligera de la arena, micas-ilitas, estas puede que provengan de la alteración de las micas, caolinita que podría ser heredada y goethita, ya también encontrada en la fracción arenosa.

La alteración en esta roca es considerable pero no fuerte ya que se conservan biotitas, pero hay ilitas en la arcilla que es un dato de alteración y alteritas en la arena. Por otro lado existen feldespatos aunque no

abundantes y los granos en la arena son angulares y sub-angulares, luego el transporte debe haber sido rápido.

En resumen:

Arenisca, con algo de limo-arcilla, alterada, muy madura por los minerales pesados, pero inmadura por los ligeros, como éstos son los que más abundan, la daremos por inmadura. Debe haber sufrido un transporte rápido.

F. ZARAUZ.6

DESCRIPCION DE VISU:

Roca veteada, de zonas amarillas anaranjadas y zonas grisáceas. Blandísima, se deshace con la mano, muy ligera.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

En roca y ha de realizarse la observación con muchos aumentos, se observa la roca como formada por agregados de cristales muy pequeños, puntos brillantes que tal vez sean micas.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	30,58 %
Arena fina	7,05 %
Limo y arcilla	92,37 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 1,13 %

ARENA LIMPIA: 7,29 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	0,35 %
Entre 0,250-0,125	15,56 %
Menor de 0,125	84,09 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0 %
	Ligera	100 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	5,82 %
	Ligera	94,18 %
Menor de 0,125:	Pesada	4,71 %
	Ligera	95,29 %

DISCUSION:

Lutita. Poca cantidad de carbonatos y escasa fracción arena, acumulándose en la menor de 0,125. En

cuánto al análisis mecánico, casi toda la roca formada de limo y arcilla, algo de arena fina.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . . .	-	2	4
Opacos de alteración	-	60	26
Alteritas	-	12	8
Turmalinas	-	4	3
Circones	-	3	10
Anatásas	-	-	1
Rutilos	-	1	-
Dolomitas	-	15	4
Biotitas	-	-	1
Glauconitas	-	-	1
Apatitos	-	-	2
Estauroalitas	-	-	1
Titanitas	-	-	1

En esta muestra no existen casi minerales pesados. No habiendo ninguno en la fracción mayor de 0,250, pocos transparentes en las otras dos, y más opacos en la mediana que en la menor.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Los opacos, excepto dos naturales, el resto son de alteración, presentando estos últimos formas muy variadas, subangulares, angulares y subrodadas, abundando los angulares, deben ser sideritas. Las alteritas, del mismo tamaño que los opacos o sea muy grandes, son inidentificables por presentar su superficie sucia.

Las dolomitas, con formas prismáticas, es el mineral más abundante dentro de los transparentes. Las turmalinas: 1, angular de marrón a negra; 1, angular de marrón a amarilla; 1, prismática de rosa a negra y, 1, incolora a negra.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Los opacos, excepto 4 naturales, el resto son de alteración, angulares y subangulares, deben ser sideritas, leucoxenos y limonitas. Hay un opaco que con luz reflejada se vé amarillo oro que debe ser pirita. Las alteritas son del tipo de minerales no identificados por tener sucia la superficie.

Dentro de los minerales transparentes, los circones, aunque escasos, son los dominantes, formas en general prismáticas y prismáticas piramidadas, muy limpios e incoloros. Las dolomitas en esta fracción solo 4. Turmali

nas, 3; una parda negra sin pleocroismo, otra amarilla sin pleocroismo y otra de incolora a negra. El resto de los minerales en cantidades escasísimas, interesante la glauconita.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer, ya que son escasísimos los minerales transparentes.

DISCUSION:

No hay minerales pesados en la fracción mayor de 0,250. En la mediana y en la menor, escasos transparentes. Existen algo más de especies opacas y alteritas, sobre todo en la mediana. Interesante la existencia de dolomitas en las dos fracciones. Los opacos dominantes son las posibles sideritas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular, ya que es escasa esta muestra en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	96	25	69
Alteritas	-	73	26
Feldespatos Ca-Na	1	-	-
Agreg. Cuarzo-Ca.Na	1	-	-
Micas incoloras	1	2	-
Biotitas	1	-	5

Estudio de la fracción ligera:

Cuarzos: En las tres fracciones aislados subangulares, haciéndose más angular en la menor, bastante limpios y algunos con señales de erosión en superficie, aparecen algunos agregados, pero igualmente muy limpios.

Alteritas: En la fracción mediana son marrón muy oscuras y con ligero espesor, al cruzar los nícoles aparecen los bordes microcristalinos, y con algún cristal de cuarzo pegado. En la menor marrón claras, al cruzar nícoles microcristalinos.

Feldespatos: Subangulares prismáticos.

Micas: Laminares.

RELACIONES:

Fracción mayor de 0,250: $\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{96}{1} = 96$

No hay feldespatos K.

En la fracción mediana y menor no hay relaciones.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con dispersante en caliente; luego, se ha observado al microscopio, apareciendo toda la fracción formada por: cuarzos angulares aislados que forman casi toda la fracción, algunos agregados, de microcristales de cuarzo y de cristales de cuarzo de tamaño normal y agregados de cuarzo en mosaico. Luego, se deduce que las alteritas eran cuarzos, recubiertos y empastados por arcilla.

DISCUSION:

Luego toda la fracción ligera formada de cuarzos angulares y subangulares aislados, algunos agregados de cuarzo microcristalino cementado por sílice y agregados de cuarzo. Micas en la menor algo considerables

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

Cuarzo/feldespatos = 32.

La cantidad de feldespatos en esta muestra es bajísimo. Por otro lado la existencia de alteritas en la fracción mediana y menor hace dificultoso este cálculo, ya que pueden existir feldespatos en estas alteritas, pero no han podido ser identificados. Luego no se puede deducir nada de esta relación.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Lutita. Presenta características de bajo metamorfismo, podría ser ya una argillita. Microcristales de material detrítico orientados, zonas de óxidos de hierro muy marcadas, y manchas de óxidos de hierro, algún cristal de cuarzo de tamaño algo mayor, y algunas micas.

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
65,78	17,40	6,14	1,65	0,42	0,39	3,01	-	9,04

TiO₂ menor de 0,10 %.

P.P.C.	9,04
CO ₂	0,49
CO ₃ Ca (deduc. del CO ₂) . . .	1,13
CO ₃ Ca (deduc. del CaO) . . .	0,75
CO ₃ Mg (deduc. del MgO) . . .	3,45

Discusión:

El CO₂ no cubre la P.P.C., luego se puede pensar en la presencia de minerales arcillosos que pierden agua al calcinar.

Hay exceso de CO₃Ca deducido del CO₂, luego se podría pensar en la presencia de carbonatos, no solo cálcico sino magnésico y de hierro, como lo apoya la existencia de bastante cantidad de Fe₂O₃, así como la existencia de glauconitas y biotitas en la arena, apoyan la cantidad de Fe₂O₃.

El considerable contenido de K₂O, puede ser en forma de moscovitas de la fracción arena, o de micas, illitas en la arcilla.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
10,10	m.	9,99	f.	10,15	m.f.	9,81	r.	micas-ilitas
-		-	-	7,24	d.	-	-	caolinita
4,47	m.	4,95	r.	4,96	r.	4,95	m.	micas-ilitas
4,25	m.	4,23	d.	4,22	d.	4,22	m.	cuarzo
3,35	f.	3,31	m.f.	3,30	m.f.	3,31	m.f.	cuarzo-mi cas-ilitas
2,56	m.	2,60	d.	-	-	-	-	micas-ilitas -caolinita
2,46	d.	2,49	m.d.	2,48	m.d.	2,49	m.d.	cuarzo-caolinita
2,27	d.	2,35	m.d.	2,26	m.d.	2,26	d.	caolinita
2,12	d.	2,12	m.d.	2,12	d.	2,11	d.	moscovita
1,97	d.	1,99	m.	1,99	m.	1,99	m.	micas-ilitas
1,81	d.	1,81	d.	1,81	d.	1,81	d.	cuarzo
1,54	d.	1,53	d.	1,53	d.	1,53	d.	micas

Los minerales de la arcilla son: Micas-ilitas, cuarzo, y algo de caolinita.

Discusión:

Como se vió en los análisis químicos, el CO_2 no cubre la pérdida por calcinación, lo que nos hace pensar

en minerales de arcilla que pierden agua al calcinar, como se han observado en los minerales arcillosos, micas-ilitas y caolinita. El K_2O calculado en el análisis químico, puede que esté en forma de micas-ilitas, ya que en la fracción arena no se ha podido identificar ortosa.

En el estudio mineralógico de la fracción arena, se vió moscovita y biotita aunque en pequeña proporción, no se pudo identificar feldespato K, pues había bastantes alteritas, sí se encontraron algunas plagioclasas, la fracción ligera se encuentra prácticamente formada por cuarzo.

De todo esto se puede deducir la posibilidad de que las ilitas, vengan de la alteración de la moscovita y las caolinitas tal vez de la alteración de los feldespatos, aunque también podrían ser heredadas, nos inclinamos más hacia esta última posibilidad.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Lutita, con escaso carbonato, y escasa fracción arena, casi toda fina, formada en su mayor parte por fracción limo-arcillosa. La arena formada casi en su totalidad de minerales ligeros.

Escasísimos minerales pesados acumulándose en la fracción comprendida entre 0,250-0,125 y en la menor de

0,125. La fracción mediana formada casi toda de dolomitas, que en menor cantidad pasan a la fracción menor de 0,125 donde son abundantes los circones y algunas turmalinas. Algo de minerales de titano y de metamorfismo; biotita es casa en la fracción menor. Interesante la glauconita de la fracción menor de 0,125. Las turmalinas son marrones. Los granos en general son prismáticos y angulares. Los opacos se acumulan en la fracción mediana fundamentalmente y en la menor, siendo fundamentalmente sideritas, algunos leucoxenos y limonitas, angulares, subangulares y escasos subrodados. Las alteritas escasas, se acumulan en la mediana. No se ha podido establecer el índice de madurez, pero se ve que los minerales más abundantes son los inestables pero hay bastantes estables, parece ser medianamente inmadura.

Formada la fracción ligera casi toda por cuarzo subangular y angular, las alteritas hayadas, se vió por los tratamientos que eran cuarzos, pero los feldespatos sí existían en tales alteritas no pudieron ser identificados. Los feldespatos escasos, solo en la fracción mayor de 0,250 algunas moscovitas y biotitas, éstas, se acumulan en la fracción menor de 0,125. La existencia de biotitas es un dato de que la alteración no puede haber sido fuerte.

El análisis químico, nos apoya la existencia de sideritas y dolomitas en la fracción arena, y la de glauconitas y biotitas, estas últimas debido al porcentaje de hierro del análisis y de magnesio, el contenido de K_2O del análisis apoya la existencia de micas en fracción are

na y arcilla. El elevado porcentaje en sílice, apoya la elevada cantidad de cuarzo en la fracción arena y la existencia de este mineral en la arcilla.

Los minerales de la arcilla son: Micas-ilitas, cuarzo y algo de caolinita. Las ilitas puede ser que provengan de la alteración de las micas. La caolinita podría ser heredada.

El estudio en lámina delgada, nos permitió ver que esta roca presenta características de bajo metamorfismo, podría ser una argillita. Posee algo de fracción detrítica orientada y zonas de óxidos de hierro.

La existencia de ilitas, alteritas, micas en la fracción arcilla nos da un dato de alteración pero no ha podido ser muy fuerte ya que han resistido las biotitas.

En resumen:

Lutita ya posiblemente argillita, medianamente inmadura y que ha sufrido alteración aunque no fuerte.

G. ZARAUZ.7DESCRIPCION DE VISU:

Parece una roca con una cantidad enorme de arcilla. Color ocre. Ligera estratificación horizontal, con zonas intermedias de alteración marrones. Se deshace con las manos. Grano finísimo. Muy ligera.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Tamaño de grano muy fino, viéndose el polvo de la roca como agregados muy finos de color amarillo, con laminillas de micas.

Si se observa la roca sin pulverizar, destaca perfectamente la estratificación, las micas, los poros que posee y los minerales opacos.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	4,43 %
Arena fina	32,23 %
Limo y arcilla	63,34 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 0,51 %

MATERIA ORGANICA: 0,77 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,78 %

ARENA LIMPIA: 48,73 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	0,11 %
Entre 0,250-0,125 . . .	8,95 %
Menor de 0,125	90,94 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente toda
	Ligera	ligera
0,250-0,125:	Pesada	prácticamente todo
	Ligera	ligera
Menor de 0,125:	Pesada	0,06 %
	Ligera	99,94 %

DISCUSION:

Lutita arenosa o silíceas. La cantidad de arena limpia no es muy elevada. Ahora casi toda la arena se concentra en la fracción menor de 0,125. El carbonato, la materia orgánica y el hierro aparecen en escasísima proporción. Casi todas las fracciones mineralógicas son ligeras, a penas hay fracción pesada. En cuanto al análisis mecánico, esta roca formada por limo y arcilla con bastante arena fina.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . . .	-	1	9
Opacos de alteración . . .	-	3	43
Alteritas	1	9	9
Turmalinas	-	-	5
Circones	-	1	16
Rutilos	-	-	1
Anatasas	-	-	4
Moscovitas	-	-	2
Biotitas	-	1	-
Glauconitas	-	-	1
Dolomitas	6	-	9
Apatitos	-	3	-
Estauroalitas	-	-	4
Epidotas	-	-	1

En las tres fracciones existen muy pocos granos minerales.

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

El único transparente que existe es la dolomita.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Toman relativa importancia los opacos y alteritas. Las alteritas, son inidentificables por presentar sucia la superficie. Los opacos de alteración, son sideritas rodadas, el único opaco natural es angular.

En cuanto a los minerales transparentes, tienen importancia los tres prismas azul claritos, apatitos. La biotita, laminar rojiza y un circón.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

En esta fracción se acumulan más minerales transparentes que en las otras, aunque el número de opacos supera al número de minerales transparentes, de éstos solo 43.

Opacos 61, de los cuales, 43 son opacos de alteración de tamaños muy variados, formas angulares, subangulares y subrodadas, y dando con luz reflejada colores amarillos y algunos rojizos (limonitas y sideritas); 9 opacos naturales; 9 alteritas siendo como minerales transparentes recubiertos por opacos.

Es interesante en esta preparación la nueva aparición de las dolomitas que ya las habíamos encontrado en la fracción mayor, presentan las mismas características que en aquella fracción, con formas prismáticas y de color

blanco grisáceo. También es muy interesante el hallazgo de una glauconita. En cuanto a las Turmalinas 5, solo se encuentran en esta fracción hay 4 con pleocroismo de incoloro amarillento-marrón y 1 con pleocroismo de incoloro amarillento negro. El mineral transparente más abundante en esta preparación son los circones 16, formas desde muy angulares rotas a muy redondeadas, es interesante la aparición de un circón cristalizado perfecto con apuntamientos piramidales. Las 4 anatasas, encontradas son muy negras y no se puede ver bien su figura de interferencia.

El resto de los transparentes no tienen mucha importancia, ya que aparecen en pequeña cantidad, 4 estaurolitas, 2 moscovitas con formas laminares, 1 epidota y 1 rutilo.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer en la mayor y en la mediana, pues son muy escasas en minerales transparentes. En la menor, solo se han contado 43, de considerarse asociación sería:

Circones.

Dolomitas.

Minerales de titano o turmalinas.

DISCUSION:

Muy pocos minerales pesados en las tres fracciones, acumulándose algunos más en la menor de 0,125.

Los opacos de alteración se acumulan en la fracción menor, de todas las formas, dominando las limonitas. Las alteritas y opacos naturales son escasísimos.

Las especies minerales transparentes, se acumulan en la fracción menor.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . . 61 %

Minerales inestables . . 39 %

Medianamente madura (hay bastantes dolomitas)

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la fracción mediana hay escasísimos minerales transparentes.

FRACCION LIGERA

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	57	98	98
Feldespatos K	-	1	1
Feldespatos Ca-Na . . .	7	-	-
Biotitas	-	1	2
Alteritas	36	-	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

El tamaño de esta fracción es muy desigual, siendo los cuarzos que se presentan aislados los de tamaño mayor y las alteritas.

Cuarzo: Pocos cuarzos aislados grandes subangulares y algunos subrodados, también hay algunos cuarzos aislados pequeños y que se presentan más angulares. Algunos de los cuarzos grandes son agregados en mosaico. En general todos los cuarzos de esta fracción son agregados pequeños.

Feldespatos: Prismáticos y caolinizados.

Alteritas: Parecen agregados de cuarzo recubiertos por una pátina marrón negruzca.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Aunque el tamaño de grano de esta fracción no sea muy homogéneo, es bastante más homogéneo que el de la mayor.

Cuarzo: Casi todo en agregados de cristales pequeños angulares, más o menos limpios, unos se encuentran recubiertos de una pátina marrón negruzca, otros por el contrario limpios (en esto me apoyo para pensar que las alteritas de la fracción mayor en realidad es cuarzo en agregados impurificados). Los escasos cuarzos aislados que existen están muy limpios, son subangulares y grandes.

Feldespatos: Subangulares y grandes.

Biotitas: Rojas, laminares.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Tamaño de grano, pequeño y homogéneo.

Cuarzo: Ya existe en esta fracción muchos cristales individualizados, más que agregados, siendo tanto los agregados como el cuarzo aislado muy limpio. Los aislados subangulares con tendencia angular.

Biotitas: Subrodadas y rojas.

RELACIONES:

Mayor de 0,250: $\frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{57}{7} = 8,14$

No hay feldespatos K.

Entre 0,250-0,125: $\frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{98}{1} = 98$

No hay feldespatos Ca-Na.

Menor de 0,125: No se puede establecer relaciones pues no hay feldespatos.

DISCUSION:

La relación cuarzo/feldespato, aumenta al disminuir el tamaño de la fracción, lo que nos viene a decir que aumenta el número de cuarzos según la fracción, va siendo menor. Así mismo los cuarzos al disminuir el tamaño de la fracción se van individualizando, en la mayor existe mucho cuarzo en agregados y muy impurificados, en la mediana disminuye el número de agregados y se van haciendo más limpios y en la menor el número de agregados, es ya muy pequeño y el cuarzo aparece muy limpio.

El porcentaje más alto de feldespatos lo encontramos en la fracción mayor de 0,250. Siendo éstos Ca-Na.

En la fracción mediana aparece uno K y en la menor no aparecen. Interesante indicar que los feldespatos está caolinizados.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 35,38$$

Aunque existe una cantidad relativamente interesante de feldespatos en este muestra, no podemos deducir nada de esta relación debida a la cantidad de alteritas que existen, ya que en estas alteritas podría haber incluídos feldespatos y que no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Lutita arenosa. En lámina delgada presenta laminación, con todo los granos orientados. Los granos detríticos que tienen el tamaño mayor son de cuarzo, angulares y subangulares, pero de pequeño tamaño, el resto de la roca formada por granos de tamaño limo, y se ven bastantes micas. Hay muchos compuestos de hierro.

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
79,28	10,40	4,86	0,72	0,30	0,31	1,68	-	6,08

TiO₂ menor de 0,10 %.

P.P.C.	.	.	.	.	.	.	.	6,68
CO ₂	.	.	.	.	.	.	.	0,22
CO ₃ Ca (deduc. del CO ₂)	.	.	.	.	.	.	.	0,51
CO ₃ Ca (deduc. del CaO)	.	.	.	.	.	.	.	0,53

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego se debe pensar en la existencia de minerales arcillosos que pierden agua al calcinar.

Hay un pequeño exceso de carbonato, deducido del CaO, luego debe de haber minerales como plagioclasas, que en efecto se han encontrado en la fracción ligera.

El elevado porcentaje de Fe₂O₃, viene apoyado por la existencia de sideritas, biotitas y glauconitas en la fracción arena.

El porcentaje de K_2O , viene apoyado por la presencia de ortosa y micas en la arena, y micas-ilitas en la arcilla.

Hay dolomitas en la arena, luego algo de magnesio debe estar en forma de dolomita.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinada</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
-	-	14,01	d.	-	-	14,47	m.d.	cloritas
10,04	m.	9,99	m.f.	10,15	r.	9,92	m.f.	micas-ilitas
7,68	m.d.	-	-	-	-	7,68	d.	-
-	-	7,13	d.	7,10	d.	-	-	caolinita
4,97	d.	4,96	r.	4,95	r.	4,95	r.	micas-ilitas
4,45	m.	-	-	-	-	4,43	d.	micas-ilitas
4,23	m.	4,22	m.	4,23	m.	4,22	m.	cuarzo
3,34	f.	3,33	f.	3,33	f.	3,31	m.f.	micas-ilitas- -cuarzo
-	-	-	-	2,72	d.	2,76	d.	-
2,45	d.	-	-	-	-	2,44	d.	cuarzo
2,23	m.d.	2,27	d.	2,27	m.d.	2,27	m.d.	caolinita
2,12	d.	2,12	m.d.	2,12	d.	2,11	m.d.	moscovita
1,97	d.	1,99	m.	1,99	m.	1,99	m.	micas-ilitas
1,81	d.	1,81	m.d.	1,81	d.	1,81	m.d.	cuarzo
1,70	d.	1,69	d.	1,68	d.	1,65	m.d.	cloritas
1,54	d.	1,53	m.d.	1,53	d.	1,53	m.d.	micas

Los minerales encontrados en la arcilla son: Micas-ilitas, cuarzo, algo de caolinita y presencia de cloritas, dentro de las micas sobre todo se encuentran moscovitas.

Discusión:

Como vimos en los análisis químicos, el CO_2 no cubría la pérdida por calcinación, luego existen minerales de arcilla que pierden agua al calcinar, como en efecto se ha observado en la fracción arcillosa, micas-ilitas, caolinitas, cloritas. Por otro lado parte del MgO y del Fe_2O_3 del análisis químico puede estar formando las cloritas de la fracción arcilla. El K_2O así mismo debe estar no solo en forma de ortosa en la fracción arena sino también en forma de ilitas y micas de la fracción arcilla.

En el análisis mineralógico de la fracción arena se observó, la presencia de moscovitas y biotitas aunque en pequeña cantidad, algo de feldespatos K, algo de plagioclasas y cuarzo en gran cantidad.

De todo esto se deduce la posibilidad de que las ilitas provengan de la alteración de la moscovita, las cloritas de la alteración de las micas o tal vez sean heredadas y las caolinitas de la alteración de los feldespatos, aunque es más probable que sean heredadas.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Lutita arenosa o silícea, escaso carbonato, materia orgánica y hierro en cemento. Se presenta estratificada. Formada de fracción limo-arcillosa fundamentalmente y arena fina, escasa arena gruesa. La arena formada en su mayor parte por minerales ligeros.

Escasos minerales pesados transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125, formada de circones y dolomitas, algunas turmalinas (amarillas-marrones), algunos minerales de metamorfismo y de titano, las anatasas están ennegrecidas (signo de alteración) algo de micas, moscovitas en menor y biotitas en la mediana. Interesante la existencia de dolomita en la fracción mayor de 0,250 y de glauconitas en la menor de 0,125. Los granos en general prismáticos, algunos circones rodados y algunos granos angulares. Los opacos escasos se acumulan en la fracción menor de 0,125, siendo limonitas y sideritas, formas angulares, subangulares y subrodados. Las alteritas muy escasas. Mayor cantidad de minerales estables que inestables, roca medianamente madura.

La fracción ligera formada en su mayor parte por cuarzo, en general subangulares y angulares, aislados y en general agregados, algunos feldespatos sobre todo en la mayor de 0,250 y algunas biotitas sobre todo en la menor.

El estudio en lámina delgada, nos permitió observar, granos detríticos de cuarzo de tamaño arena, pero

casi toda la roca formada de fracción limo-arcillosa, se encuentra orientada.

El análisis químico, nos hizo ver, que es muy lógico la existencia de plagioclasas, debido al porcentaje de óxido de calcio y sodio; y sideritas, biotitas, turmalinas y glauconitas, por el porcentaje de óxido de hierro y magnesio. El porcentaje de óxido de potasio nos apoya la existencia en la fracción arenacea de ortosa y micas y la presencia de micas-ilitas en la arcilla. Alto porcentaje en sílice, como se vió en la fracción arena rica es en cuarzo y también existe éste en los minerales de la arcilla.

Los minerales de la arcilla son: Micas-ilitas, cuarzo, algo de caolinita y algo de cloritas. Las ilitas pueden provenir de la alteración de las micas y las cloritas, aunque éstas últimas podrían ser heredadas. La caolinita posiblemente sea heredada.

La presencia de moscovita en pequeña cantidad en la fracción arena y abundante en la arcilla, o sea pasa a tamaños menores, es un dato de alteración, así como la existencia de ilitas, en la arcilla. Luego esta roca ha sufrido alteración. Por otro lado la presencia de feldespatos y la angulosidad y subangulosidad de los granos de la fracción arena, nos puede indicar un transporte corto y rápido.

En resumen: Lutita silíceas, con cierta orientación, medianamente maduras, ha sufrido alteración y el transporte corto y rápido.

A. FUENTERRABIA.22

DESCRIPCION DE VISU:

Arenisca amarilla clara, áspera al tacto, fácilmente disgregable, masiva y porosa, grano medio algo irregular en cuanto al tamaño de éste.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Granos de cuarzo transparentes y muy rotos, los tamaños más finos forman agregados. Algunos granos de color carne el tamaño de los granos irregular, se observan láminas de micas.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	39,34 %
Arena fina	56,86 %
Limo y arcilla	3,80 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 0,52 %

MATERIA ORGANICA: 1,96 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,39 %

ARENA LIMPIA: 89,45 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	0,86 %
Entre 0,250-0,125	64,33 %
Menor de 0,125	34,81 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	practicamente todo
	Ligera	ligera
Entre 0,250-0,125:	Pesada	0,60 %
	Ligera	99,40 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,70 %
	Ligera	99,30 %

DISCUSION:

Es una arenisca con alto tanto por ciento de fracción arena, muy poco carbonato cálcico y considerable cantidad de materia orgánica para ser roca y escasa cantidad de hierro. La arena se acumula fundamentalmente en la fracción comprendida entre 0,250-0,125, existiendo una cantidad considerable también en la menor de 0,125. Por lo que se refiere a la fracción pesada y ligera, se observa que en todas las fracciones es prácticamente dominantes los minerales ligeros y que a penas existen minerales pesados siendo éstos algo más abundantes en la fracción menor. En cuanto al análisis mecánico, dominio casi total de arena fina y arena gruesa, escaso limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . . .	-	-	1
Opacos de alteración . . .	1	50	87
Alteritas	14	38	42
Turmalinas	-	34	27
Circones	-	-	14
Moscovita	-	4	6
Biotita	-	2	3

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Glauconita -		3	10
Rutilos -		1	5
Anatasas -		-	5
Estauroalitas . . . -		9	11
Distenas -		-	2
Monacitas -		-	1
Epidotas -		-	4

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No existen minerales pesados transparentes, y opacos escasísimos solo 1 de forma angular dentada que con luz reflejada se ve rojo debe ser siderita. Las alteritas son del tipo de minerales inidentificables por tener su superficie sucia.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

El número de minerales pesados transparentes es escaso, 53, siendo casi todos turmalinas con pleocroismos muy diversos:

Marrón a negra, 9 prismáticas y angulares.

Incolora a verde, 2 angulares.

Amarilla a negra, 1 prismática.
 Marrón sin pleocroismo, 7 angulares.
 Marrón rojizas sin pleocroismo, 3 angulares.
 Incolora amarillenta a marrón, 2 angulares.
 Verde oscuro a verde claro, 1.
 Amarilla a marrón, 9 angulares.

Las micas, unas moscovitas laminares y otras biotitas pardas rojizas. Es interesante la existencia de glauconitas. Las estaurolitas unas son astilladas y otras en cambio con las terminaciones suaves. Es curioso que alguna estaurolita se encuentra con la superficie acanalada como las broquitas.

En cuanto a los minerales opacos forman la fracción los de alteración siendo de colores con luz reflejada bastantes diversos; 18 blancos brillantes, posibles leucoxenos, rodados unos y angulares otros, 3 subrodados blancos amarillentos algodonosos subrodados deben ser leucoxenos. 8 rojos angulares y subangulares que deben ser sideritas, 19 amarillos subrodados y subangulares, deben ser limonitas y 2 grises metálicos, deben ser ilmenitas.

Las alteritas son minerales inidentificables por tener su superficie sucia.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Se han contado 88 minerales transparentes.

Las turmalinas aunque no muy abundantes es el mineral transparente que se encuentra en mayor cantidad en esta fracción, con pleocroismos muy diversos; 2 subangulares marrón verdosas. 4 subrodadas y angulares marrón, 3 incoloras amarillentas a marrón, prismáticas. 4 de marrón verdosas a negras, angulares. 4 incoloras amarillentas a pardas rojizas, prismáticas limpiísimas. 7 incoloras verdosas a verde fuerte, prismáticas y angulares. 2 verde negruzca sin pleocroismo, una subrodada y otra prismática. 1 incolora amarillenta a negra, prismática. Por lo que se deduce del estudio de las turmalinas, son todas angulares.

Siguen en abundancia a las turmalinas, los circones, éstos son muy raros, muy pequeños de formas rarísimas, desde angulares, subangulares a rodados. Las estauro^litas son bastante abundantes, presentándose unas astilladas y otras ligeramente subrodadas. Las micas son laminares, y dentro de éstas las biotitas son de color amarillento. La monacita es verdosa, las epidotas amarillas y las anatasas amarillas tabulares y una de ellas azul.

Es muy interesante en esta fracción observar la cantidad de glauconitas existentes en relación con el número de los otros minerales, son pardas y verdes de tamaños pequeñísimos.

En cuanto a los opacos son muy abundantes, 1 de ellos es natural de forma angular dentada, y el resto son de alteración, de colores muy variados:

15 rojos, angulares y subangulares deben ser sideritas, algunos subrodados.

14 son blancos brillantes, formas subangulares, posibles leucoxenos.

10 grises metálicos, subangulares, deben ser illmenitas.

48 amarillos pardos ocreados, pueden ser limonita, de formas subrodadas fundamentalmente y rodadas.

En resumen, los opacos subangulares.

Las alteritas son del tipo de minerales inidentificables por tener sucia su superficie.

ASOCIACIONES:

Entre 0,250-0,125: Turmalina-estauroлита-micas.

Menor de 0,125: Turmalina-circón-estauroлитas.

DISCUSION:

La fracción mayor, por su escasa existencia de minerales pesados no la consideramos.

En las otras fracciones no se han podido contar 200 transparentes, solo 53 en la mediana y 88 en la menor, así como el número de minerales opacos es bastante elevado,

acumulándose los opacos de alteración y así mismo las alteritas en la menor. Los opacos de alteración tanto en la fracción menor como en la mediana se encuentran subangulares sobre todo se encuentran más rodados en la menor, abundantes leucoxenos y limonitas con algunas sideritas e illmenitas en la mediana. En la menor, limonitas, bastantes sideritas, leucoxenos e illmenitas.

Las turmalinas son dominantes en las dos fracciones, acumulándose en la mediana, en ambas fracciones se presentan fundamentalmente en formas prismáticas y angulares, en la fracción mediana abundan las marrones y amarillas y en la menor las verdosas y marrones y amarillas.

Los circones se acumulan en la menor, algunos rodados y otros no.

Los minerales de metamorfismo se acumulan en la fracción menor, fundamentalmente estaurolitas. Micas más o menos igual de cantidad en las dos fracciones. Hay bastantes glauconitas en la fracción menor.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables	64 %
Minerales inestables	36 %
Medianamente madura (hay bastante estaurolitas).	

FRACCION LIGERA

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	81	72	76
Feldespatos K	6	13	15
Agreg. (Cuarzo-Feld.K).	8	7	-
Biotitas	4	7	8
Moscovitas	1	1	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Los cuarzos se presentan angulares y subrodados, algunos presentan en su superficie señales de erosión, algunos se presentan agregados. Los feldespatos, subangulares. Las biotitas rojas muy oscuras.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Cuarzos subangulares y angulares; algunos en agregados, algunos señales de erosión en su superficie. Los feldespatos, subangulares y con formas astilladas. Las biotitas muy oscuras.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzos, formas angulares y subangulares, se presentan más limpios que los de las otras fracciones, no hay casi agregados y pocos son los que presentan en superficie señales de erosión. Los feldespatos caolinizados y fracturados. Las biotitas muy oscuras.

RELACIONES:

Mayor de 0,250: $\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{81}{6} = 13,5$

No hay feldespatos Ca-Na, luego no se puede establecer relaciones entre feldespatos entre sí.

Entre 0,250-0,125: $\frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{72}{13} = 5,53$

No hay feldespatos Ca-Na, luego no se pueden establecer relaciones entre feldespatos entre sí.

Menor de 0,125: $\frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{76}{15} = 5,06$

No hay feldespatos Ca-Na, luego no se pueden establecer relaciones entre feldespatos.

DISCUSION:

La mayor parte de las tres fracciones, están formadas por cuarzo, siendo éste más abundante en la fracción

mayor de 0,250, de formas subangulares y angulares.

Hay feldespatos K. y bastantes en las tres fracciones, sobre todo en la menor.

Hay poca cantidad de micas concentrándose en la menor.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

Cuarzo/feldespatos = 8,03.

La cantidad de feldespatos en esta muestra es relativamente alta, lo que nos podría indicar que el transporte ha sido rápido y de corta duración, lo que así mismo está apoyado por la manera de presentarse los granos de cuarzo, angulares y subangulares. La alteración parece no haber sido fuerte.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Se vé claramente que es una arenisca, de granos de cuarzo, angulares y subangulares, con bastante mica sobre todo moscovita, y algo de cloritas. Muy interesante es la existencia de glauconita, que ya fué encontrada entre los minerales pesados. Hay fragmentos de roca (cuarcita) y fragmentos volcánicos. Estructura microbrechoide.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca, amarilla, con escaso carbonato, materia orgánica y hierro en cemento, formada casi toda de arena fina y gruesa, escasa fracción limo-arcillosa. La arena formada casi toda de minerales ligeros.

Escasos minerales pesados transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125 no llegando ni a 100. Dominio de turmalinas en la fracción mediana, disminuyendo en número en la menor, donde son dominantes también acompañadas de circones, estauroalitas y minerales de titano (anatasas y rutilos). Hay micas (moscovita y biotita) en ambas fracciones en escasa cantidad y bastantes glauconitas sobre todo en la fracción menor. Las estauroalitas son apreciables también en la fracción mediana. Las turmalinas, amarillas, marrones y verde. La forma de los granos prismáticas y angulares, algunos circones rodados.

Los opacos, abundantes en fracción mediana y menor y las alteritas escasas y se acumulan en la fracción mediana y menor. Los opacos subangulares y más rodados en la menor, son leucoxenos y limonitas principalmente, bastantes sideritas y algunas illmenitas.

La cantidad de minerales estables es superior a la de inestables, roca medianamente madura.

La fracción ligera formada en su mayor parte por cuarzo, angulares y subangulares. Bastante feldespato K, aumentando en cantidad al disminuir el tamaño de la frac-

ción, no hay calco-sódicos, bastantes biotitas aumentando al disminuir el tamaño de la fracción y algo de moscovita en las tres fracciones. La relación cuarzo/feldespatos disminuye al disminuir el tamaño de la fracción.

El estudio en lámina delgada, nos permitió ver la cantidad de granos de cuarzo que forman esta arenisca acompañados de micas y feldespatos, se encontró fragmentos volcánicos y cuarcita, lo que nos puede indicar un aporte de material metamórfico y volcánico.

La existencia de micas sobre todo biotitas en fracciones menores, nos indica alteración, así como la existencia de feldespatos en las fracciones, la existencia de bastantes minerales inestables, nos indica que la alteración aunque ha existido no ha sido fuerte. Por otro lado la existencia de feldespatos, nos indicaría un transporte rápido y de corta duración, durante el cual las plagioclasas que son más alterables han podido desaparecer pero no así los feldespatos K, apoyado por la angulosidad de los granos de la fracción arenácea.

En resumen:

Arenisca amarilla, poco arcillosa, con material metamórfico y volcánico, medianamente madura, que ha sufrido alteración pero no fuerte y un transporte corto y rápido.

B. FUENTERRABIA.1**DESCRIPCION DE VISU:**

Areniscas amarillas ocre, con bastante arcilla, disgregándose con bastante facilidad, estratificación horizontal, tamaño de grano bastante desigual, algo porosa, ligera, se observan laminillas de micas.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Agregados de granos amarillentos de pequeño tamaño, encontrándose rotos, laminillas de micas.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	23,12 %
Arena fina	59,37 %
Limo y arcilla	17,51 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 0,78 %

MATERIA ORGANICA: 2,74 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,68 %

ARENA LIMPIA: 71,98 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	3,11 %
Entre 0,250-0,125	37,62 %
Menor de 0,125	59,27 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0,03 %
	Ligera	99,97 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	1,72 %
	Ligera	98,28 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,60 %
	Ligera	99,40 %

DISCUSION:

Arenisca. Muy poca cantidad de carbonatos, bastante materia orgánica para ser una roca. Escasa cantidad de hierro en cemento. Mucha cantidad de arena como corresponde a una arenisca, acumulándose ésta fundamentalmente en las fracciones, 0,250-0,125 y menor de 0,125, sobre todo en ésta última.

Por lo que respecta al número de minerales pesados y ligeros, se vé que la fracción dominante es la ligera. La fracción pesada es en la mediana donde aparece en mayor cantidad. En cuanto al análisis mecánico, formada la muestra casi toda de arena fina y gruesa, bastante limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . . .	1	-	5
Opacos de alteración	10	8	70
Alteritas	-	24	75
Turmalinas	-	8	92
Moscovitas	70	157	35
Biotitas	-	30	12

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Circones	1	1	11
Anatasas	-	-	10
Rutilos	-	-	10
Monacitas	-	-	1
Estauroalitas	-	2	20
Andalucitas	-	-	2
Distenas	-	-	2
Sillimanitas	-	2	3
Dolomitas	-	-	2

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Mayor número de transparentes que de opacos.

Las moscovitas, prácticamente forman el total de la fracción, tal vez algunas sean Biotitas decoloradas por leixiación, ya que algunas presentan un color amarillento; presentan extinción ondulante y algunas, vacuolas en su superficie. 1 circón.

Los opacos todos menos uno son de alteración, parece ser sideritas, formas subangulares.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Se han podido contar 200 transparentes en cambio opacos solo 32.

Esta fracción casi está constituida por moscovitas, 157, formas laminares y tamaños grandes, algunas de estas micas aparecen en proceso de decoloración dando colores amarillos muy claros, tal vez siendo biotitas decoloradas, de estas últimas hay 9. Las biotitas, propiamente dichas son marrón oscuras, marrón claritas y pardas. Tanto éstas como las anteriores a veces presentan inclusiones negras, pueden ser de opacos, la extinción en ambos tipos de micas es ondulante. En pequeña cantidad encontramos sillimanita, circón y estaurolita. Las turmalinas también son escasas, solo 8, 2 de incolora amarilla a parda, 5 de incolora amarilla a negra y 1 de amarilla a marrón, con bastantes inclusiones negras tal vez carbón y con formas prismáticas.

Los opacos son escasos, parecen ser limonitas y sideritas con formas angulares y subangulares. Las alteritas también escasas, son inidentificables por tener sucia la superficie.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Se han podido contar 200 transparentes.

Dominan las turmalinas 92, con formas angulares rotas, prismáticas las incoloras y bastantes rodadas. Recuento: 26 incolora amarilla a marrón, 19 incolora amarilla a negra, 10 marrón clara a marrón oscura, 11 bicolor marrón verde, 8 incolora amarilla a verde parda, 4 marrones, 4 de incolora a verde, 7 parda verdosa a negra y 3 verdes. Las moscovitas son abundantes pero no dominantes. Así mismo las estaurolitas, presentando formas astilladas, angulosas y algunas macladas. Los circones prismáticos y rodados, las anatasas, tabulares amarillas pero en general muy ennegrecidas, los rutilos rojizos y amarillos, los rojizos algunos muy ennegrecidos deben ser illmenorutilos. Biotitas escasas marrones y laminares. Poco abundantes en contramos, andalucita, monacita, sillimanita, distena y dolomitas.

Los opacos bastante abundantes, subangulares y subrodadas, la mayoría parecen ser limonitas y algunas sideritas. Las alteritas abundantes son no identificadas por tener la superficie sucia.

ASOCIACIONES:

Mayor de 0,250: Micas (forman prácticamente toda la frac
ción).

0,250-0,125: Micas (forman prácticamente toda la fracción)

Menor de 0,125: Turmalinas. Micas. Estaurolitas o TiO_2 .

DISCUSION:

La fracción pesada se la puede considerar formada prácticamente por micas (moscovitas, biotitas decoloradas y biotitas). Ahora bien, en la fracción menor de 0,125 existen muchas turmalinas y minerales de metamorfismo y bastantes minerales de titano. Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor, siendo fundamentalmente limonitas y algunas sideritas, subangulares fundamentalmente.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables 32 %
 Minerales inestables 68 %
 Roca bastante inmadura (bastantes moscovitas).

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	92	90	81
Feldespatos K . . .	-	2	5
Moscovitas	8	8	6
Biotitas	-	-	8

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Esta fracción debido a la cantidad de impurezas que presentaban los minerales, ha tenido que ser tratada primeramente con dispersante, para ver si era arcilla lo que impurificaba los granos, después del tratamiento se observó al microscopio y se vió que seguía igual. Entonces ya que no era arcilla lo que impurificaba la fracción se trató con ClH en caliente, pues podían ser óxidos de hierro, ya que carbonato cálcico tiene, muy poco esta muestra, en efecto al tratar con ClH, se limpiaron los granos casi totalmente, lo que nos indica que eran compuesto de hierro los causantes de estas impurezas; una vez realizados estos tratamiento se observó la muestra al microscopio, viéndose el cuarzo formando agregados de granos angulares y alguno de los cuarzos agregados en mosaico.

Las micas, son moscovitas, laminares enormes.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Cuarzo, angulares y subangulares, algunos en agregados normales, otros en agregados en mosaico.

Feldespatos, angulares.

Micas, son moscovitas, laminas grandes.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzos, subangulares, algunos agregados en mosaico.

Feldespatos, subangulares.

Micas, las incoloras son moscovitas, laminas grandes y las rojizas son biotitas..

RELACIONES:

Mayor de 0,250: No se pueden establecer, no hay feldespatos.

Entre 0,250-0,125: $\frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{90}{2} = 45$

No se pueden establecer relaciones entre feldespatos pues no hay Ca-Na.

Menor de 0,125: $\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{81}{5} = 16,2$

No se pueden establecer relaciones de feldespatos pues no hay Ca-Na.

DISCUSION:

Dominio casi total de cuarzo en las tres fracciones, sobre todo en la mayor, con formas angulares y

subangulares. Muy pocos feldespatos, acumulándose en la menor de 0,125. Micas escasas, algunas más en la menor.

La relación cuarzo/feldespato, disminuye en la menor, por la disminución del número de cuarzos en relación con la de feldespatos que aumenta.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 20,40.$$

La cantidad de feldespatos en esta muestra no es muy elevado, Es interesante anotar que existe bastante mica no solo moscovitas sino también biotitas, lo que nos hace pensar que la alteración ha sido posiblemente débil y el transporte fuerte y corto ésto último deducido de la cantidad de feldespatos y de la angulosidad de los granos de cuarzo.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca amarilla, escasa en carbonatos y en hierro en cemento, tiene bastante materia orgánica para ser una arenisca, formada de arena fina fundamentalmente, bastante arena gruesa y fracción limo-arcillosa, la fracción arena formada en su mayor parte de minerales ligeros.

Los minerales pesados se acumulan en las fracciones comprendida entre 0,250-0,125 y en la menor de 0,125, ahora bien, la fracción mayor de 0,250, está formada de micas que aunque no llegan en número a 100 si son muy interesantes, muchas parecen biotitas en proceso de lexiviación. La fracción mediana, formada en su mayor parte por micas unas son moscovitas como en la mayor y otras biotitas normales y algunas biotitas decoloradas. En la fracción menor disminuye el número de micas, habiendo así mismo biotitas y moscovitas, pero son dominantes junto a las turmalinas (amarillas y marrones, y alguna verde), y estaurolitas y minerales de titano (anatasas y rutilos). Las micas en general presentan extinción ondulante, las turmalinas formas angulares, prismáticas y subrodadas, las estaurolitas angulares y astilladas, las anatasas tabulares. En la fracción menor acompañan a los dominantes, circones prismáticos y rodados y algunos minerales de metamorfismo así como alguna dolomita. La cantidad de minerales inestables en esta roca es bastante superior a la de estables, roca bastante inmadura. En cuanto a los minerales opacos aunque no son muy abundantes sí aparecen en considerable cantidad acumulándose en la fracción menor de 0,125, parecen ser sideritas y limonitas, angulares y subangulares apareciendo más rodados en la fracción menor de 0,125. Las alteritas son abundantes en la fracción menor de 0,125, no han podido ser identificadas.

Los minerales ligeros formados en su mayor parte y en sus tres fracciones por cuarzo, angulares y suban

gulares, bastantes agregados y muchos aislados, disminuyen en cantidad al disminuir el tamaño de la fracción, aumentando el número de feldespatos, que no siendo muy alto es considerable, las moscovitas abundantes en las tres fracciones y biotitas en la menor de 0,125, luego la relación cuarzo/feldespatos disminuye al disminuir el tamaño de la fracción, ahora los feldespatos que se encuentran en ésta muestra son potásicos. La existencia de feldespatos K y no plagioclasas, nos hace pensar en una cierta alteración, y que el transporte ha sido rápido y corto, de modo que solo las plagioclasas se han alterado y en cambio permanecen algunos feldespatos K. Por otro lado la existencia de biotitas en las fracciones menores nos indica alteración pero no fuerte ya que si no, hubieran desaparecido.

El estudio en lámina delgada nos ha permitido ver que esta arenisca está formada de granos de cuarzo, y micas así como opacos, se encontró glauconita, clorita e interesantes fragmentos volcánicos. La cantidad de limo-arcilla que existe en parte debe estar en forma de matriz.

La leixiviación de las biotitas, nos indica un proceso de alteración.

En resumen:

Arenisca amarilla bastante arcillosa, bastante inmadura, que ha sufrido alteración y un transporte rápido y corto, interesante el aporte volcánico que en ella se ve en lámina delgada

C. FUENTERRABIA.2

DESCRIPCION DE VISU:

Roca con vetas amarillas ocre, alternando con vetas, blanco grisáceas. Lajada y con estratificación horizontal, muy blanda y untuosa al tacto.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Roca de tamaño de grano finísimo.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	0,06 %
	Arena fina	6,63 %
	Limo y arcilla	93,31 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	0,05 %
	Arena fina	5,73 %
	Limo y arcilla	80,72 %
	Carbonatos	13,50 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 13,50 %

ARENA LIMPIA: 10,92 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	2,51 %
Entre 0,250-0,125	9,28 %
Menor de 0,125	88,21 %

FRACCION PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente
	Ligera	todo ligera
Entre 0,250-0,125:	Pesada	9,30 %
	Ligera	90,70 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,80 %
	Ligera	99,20 %

DISCUSION:

Lutita carbonatada. Poca arena y bastante carbonato para ser lutita, la arena que tiene se acumula en el tamaño de fracción menor. Bastante fracción pesada en la mediana. En cuanto al análisis mecánico, formada casi toda de fracción limo-arcillosa, algo de arena fina.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	18	14
Opacos de alteración	5	114	309
Alteritas	7	156	36
Turmalinas	7	1	26
Circones	24	1	31
Rutilos	2	-	7
Monacitas	-	-	5
Anatasas	3	1	10
Titanitas	1	-	-
Broquitas	-	-	3
Biotitas	-	17	26
Moscovitas	11	180	72
Cloritas	-	-	1

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Glaucionitas -	-	-	1
Estauroлитas 1	-	-	4
Granates -	-	-	1
Dolomitas -	-	-	4
Epidotas -	-	-	9

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Escasa en especies minerales. Opacos 12 y transparentes 48. Dentro de los transparentes dominan los circones, de todas las formas poco rodados, limpios y raros. Abundan las moscovitas, algunos minerales de titano.

Los opacos son de alteración, parecen ser sideritas, grandes y angulares. Escasas alteritas, inidentificables por tener sucia la superficie.

Las turmalinas escasas, 4 incoloro amarillo-marrón y 3 marrones sin pleocroismo, unas angulares y otras prismáticas.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

288 opacos y 200 transparentes. Dentro de los opacos solo 18 son naturales el resto de alteración y

alteritas. Los opacos de alteración, variados de tamaños parecen ser sideritas, angulares o rodados. Las alteritas, más numerosas que los opacos 156, inidentificables por tener sucia la superficie.

Dentro de los transparentes, las moscovitas son las que forman casi toda la fracción, bastantes biotitas, 6 de las cuales deben ser biotitas decoloradas, algunas presentan inclusiones de opacos.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Se han contado 200 transparentes.

Opacos 323, de los cuales solo 14 son naturales y el resto son de alteración, éstos últimos presentan formas angulares muy rotas, colores con luz reflejada rojos y blancos abundando aquellos, posiblemente son sideritas y leucoxe-nos, el tamaño es muy variado los hay muy pequeños siendo éstos en general rodados dentados, y el resto en general muy grande.

Alteritas 36, minerales inidentificables por tener su superficie sucia. Dentro de los minerales transparentes, que como se puede ver por el recuento son variadísimos, dominan las micas, dentro de éstas hay 72 moscovitas, 26 biotitas y 1 clorita, son todas muy grandes, laminares y con extinción completa, dentro de las biotitas 25 parecen ser biotitas decoloradas y una es biotita normal.

Circones 31, son abundantes, de tamaños muy pequeños y es curioso su variedad de formas, prismáticas piramidales, angulares, subangulares, y rodados, abundando los prismáticos piramidados, algunos presentan una ligera coloración.

Turmalinas 26, las incolores suelen ser las que presentan formas prismáticas, el resto en general son angulares. Recuento: amarilla verdosa sin pleocroismo 2, incolora-verde 4, incolora amarillenta-parda 10, incolora rosada-negra 1, marrón sin pleocroismo 2, incolora amarillenta-marrón 5, amarilla sin pleocroismo 2. Abundan las turmalinas de tonos amarillos y marrones.

Abundan rutilos, anatasas y epidotas. Los rutilos 7, muy pequeños y rojos, hay uno de ellos que es una aguja. Las anatasas 10, formas tabulares, una de ellas azul, el resto amarillas y algunas muy opacas. Epidotas 9, son incolores amarillentas o amarillas clara a amarillas fuertes.

Glaucunitas 1, muy importante su existencia, verde.

Dolomitas 4, blancas sucias.

Estaurolitas 4, ligeramente astilladas una de ellas maclada, otras con bordes dentados.

Granates 1.

Monacitas 5, es difícil asegurar su existencia son como circones de color y biáxicas.

Broquitas 3, acanalada, amarilla y con sus colores de interferencia típicos morados.

ASOCIACIONES:

En la fracción mayor no se puede hablar de tal asociación y en la mediana tampoco, en la mayor no por no existir casi minirales pesados transparentes y en la mediana por estar formada toda la fracción prácticamente por micas. En la menor la asociación es:

Micas.

Circones.

Turmalinas.

DISCUSION:

Roca formada su fracción pesada de minerales transparentes, casi en su totalidad por micas sobre todo moscovitas, también biotita y cloritas.

Acumulación de transparentes y opacos en la fracción menor de 0,125 siendo además una fracción muy variada de especies minerales. La fracción mayor escasos los minerales transparentes y opacos.

Los opacos de las fracciones mayor y mediana son angulares y rodados, rojos (sideritas), en la menor bastantes angulares, otros rodados son rojos y blancos (sideritas y leucoxenos). Las alteritas, en la fracción más abundante es en la mediana.

Por lo que respecta a las micas son en todas las fracciones grandes, laminares, es interesante apuntar, que en la fracción mayor son todas moscovitas, en la mediana 17 son biotitas normales y 6 son biotitas decoloradas, 180 moscovitas. En la fracción menor, 1 es biotita normal, 25 biotitas decoloradas y 72 moscovitas.

Los circones son abundantes en la fracción mayor, subangulares y rarísimos y en la menor de todas las formas pequeñísimos, en general bastante angulares. Las turmalinas se acumulan en la menor y son angulares y prismáticas, amarillas y marrones la mayoría. Bastantes minerales de titanio en la fracción menor, y algunos de metamorfismo.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables	21 %
Minerales inestables	79 %
Roca inmadura (muchas micas en especial moscovitas).	

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	81	60	94
Alteritas	97	33	-
Feldespatos K	-	2	2
Feldespatos Ca-Na . .	-	2	-
Agreg. Cuarzo-Ca-Na .	1	-	-
Biotitas	1	2	3
Moscovitas	-	1	1

Estudio de la fracción ligera:

Las alteritas parecen ser agregados de cuarzo, pero aparecen tan sumamente impurificadas que es imposible distinguir exactamente lo que son.

Por lo que se refiere a los cuarzos, en la fracción mayor son agregados, en la mediana, angulares aislados, alguno agregado y muchos son agregados en mosaico con formas prismáticas con las puntas romas. En la menor el cuarzo aislado angular y subangular, no hay casi agregados.

Los feldespatos en las tres fracciones aparecen caolinizados, subangulares.

Las micas, laminares y la biotita de la fracción mayor se encuentra en proceso de decoloración.

RELACIONES:

No se pueden establecer en la mayor de 0,250 ya que no hay feldespatos.

$$\text{Entre } 0,250-0,125: \frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{60}{4} = 15$$

$$\frac{\text{feldespato K}}{\text{feldesp. Ca+Na}} = \frac{2}{2} = 1$$

$$\text{Menor de } 0,125: \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{94}{2} = 47$$

No hay feldespatos Ca-Na luego no se puede establecer relación de feldespatos.

DISCUSION:

Acumulación de cuarzo en la fracción mediana y menor que se va al mismo tiempo encontrando más aislado. Alteritas. Posibles agregados de cuarzoes. Acumulación de los feldespatos, aunque escasos en la mediana y micas en la menor.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 20,6.$$

Debido a la cantidad de alteritas existentes en

esta muestra, ésta relación no es muy exacta, ya que en dichas alteritas pueden existir feldespatos que no han podido ser identificados. Luego no podemos sacar una conclusión de dicha relación.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Lutita carbonatada. Presenta fracción arena. Material muy fino, estratificado con los granos detríticos siguiendo la orientación general, en la masa de la roca se ven bastantes manchas de óxidos de hierro. El material detrítico difícil de distinguir por el tamaño tan pequeño, se distinguen algunos granos de cuarzo y moscovitas.

Esta roca al presentar orientación, es tal vez debido a que ha sufrido algo de metamorfismo y podría ser argillita.

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
60,50	20,05	5,57	1,65	0,30	0,32	3,01	-	11,07

TiO₂ menor de 0,10 %

P.P.C.	11,07
CO ₂	5,94
CO ₃ (deduc. del CO ₂) . .	13,50
CO ₃ Ca (deduc. del CaO) . .	0,53
CO ₃ Mg (deduc. del MgO) . .	3,45

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego hay minerales arcillosos que pierden agua al calcinar.

Hay exceso de carbonatos deducidos del CO₂, luego debe de haber sideritas, dolomitas, como en efecto se han encontrado en la fracción pesada de la arena.

El considerable contenido de K₂O, viene apoyado por la existencia de micas y ortosa en la fracción arena, y por micas-ilitas en la arcilla.

El alto contenido de Fe₂O₃, viene apoyado por la existencia de minerales ferro-magnesianos en la arena, como biotitas, glauconitas, y cloritas.

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinado</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
10,27	r.	10,04	f.	10,64	f.	10,04	f.	micas-ilitas
7,07	d.	7,13	m.d.	7,13	d.	-	-	caolinita
5,00	d.	-	-	4,99	r.	5,00	f.	micas
4,23	m.	4,24	d.	4,23	m.	4,24	m.	cuarzo
3,34	f.	3,34	m.f.	3,33	f.	3,34	m.f.	micas-ilitas- -cuarzo
2,55	m.	-	-	-	-	-	-	caolinita
2,44	d.	2,45	m.d.	2,44	m.d.	2,49	d.	cuarzo-caoli nita
2,12	m.d.	2,12	m.d.	2,01	m.d.	2,13	m.d.	moscovita
-	-	1,99	r.	1,99	r.	1,99	m.	micas-ilitas
1,81	d.	1,81	m.d.	1,81	m.d.	1,81	m.d.	cuarzo
-	-	1,54	m.d.	1,53	m.d.	1,53	m.d.	cuarzo-micas

Los minerales de la arcilla encontrados en esta roca son: micas-ilitas con mayor proporción de micas, cuarzo y algo de caolinita.

Discusión:

En el análisis químico de esta roca, se vió que el CO₂ no cubría la pérdida por calcinación, lo que nos

llevaba a la conclusión que había minerales de arcilla que perdían agua al calcinar, como en efecto se han encontrado, micas-ilitas y caolinita. El K_2O es muy posible que esté en forma de micas-ilitas, ya que en la fracción arena se encontró poco feldespato K.

En el estudio mineralógico de la fracción arena se encontraron, gran cantidad de moscovitas, bastantes biotitas, algo de feldespato K, algo de plagioclasas y gran cantidad de cuarzo.

Todo ésto nos hace pensar en la posibilidad de que las ilitas vengan de la alteración de las moscovitas y la caolinitas de la alteración de los feldespatos, aunque es más probable que la caolinita sea heredada.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Lutita, rica en carbonatos, lajada y con estratificación horizontal, muy blanda. Esta roca está formada en su mayor parte de fracción limo-arcillosa, escasa arena fina. La arena formada casi en su totalidad de minerales ligeros.

Los minerales pesados se acumulan en la fracción menor de 0,125 y en la comprendida entre 0,250-0,125, pero en la mayor de 0,250 aunque no llegan a 100, hay bastantes circones y algunas moscovitas, acompañados de minerales de titano (rutilos y anatasas) y turmalinas. La

fracción mediana formada prácticamente de micas (moscovitas y algunas biotitas), en la fracción menor aunque disminuyen en número son dominantes las micas (moscovitas, algunas biotitas y cloritas), algunos circones y turmalinas, escasos minerales de titano (anatasas, rutilos y broquitas), algunos minerales metamórficos. Interesante la existencia de glauconita en la menor de 0,125, y algunas dolomitas. Dentro de las micas hay bastantes biotitas decoloradas. Los granos en general son angulares y prismáticos, algunos circones son rodados. Gran dominio de minerales inestables sobre los estables, roca inmadura. Los opacos muy abundantes se acumulan en la fracción mediana y menor sobre todo en esta, angulares y rodados, siendo fundamentalmente sideritas y bastantes leucoxenos. Las alteritas abundantes sobre todo en la fracción mediana.

Los minerales ligeros, son cuarzos fundamentalmente y en las tres fracciones, el cuarzo suele ser angular y fundamentalmente en agregados algunos aislados, hay algunos feldespatos, K y Ca-Na, también algunas moscovitas y biotitas, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Ya que existen muchas alteritas en esta muestra aunque parecen ser agregados de cuarzo, lo que no han podido ser identificados, son los posibles feldespatos.

Del estudio en lámina delgada se deduce, que es una lutita que se presenta orientada, tal vez haya sufrido algo de metamorfismo, podría ser ya una argillita. Tiene algo de fracción arena.

El análisis químico nos permitió corroborar la existencia de sideritas, dolomitas, micas y ortosa en la fracción pesada, debido al porcentaje de carbonatos y K_2O . Ahora este porcentaje de óxido de potasio apoya la existencia de micas-ilitas en la fracción arcilla. Así mismo, la existencia de biotitas, glauconitas y cloritas y turmalinas en la arena, viene apoyado por el porcentaje de hierro y magnesio en el análisis químico.

Los minerales de arcilla de esta roca son: micas-ilitas, posiblemente las ilitas provengan de la alteración de las micas dada la cantidad que de ellas existen en la fracción arenacea. Cuarzo, apoyado por la cantidad de sílice que en el análisis químico se vió. Algo de caolinita, posiblemente sea heredada.

Esta roca ha sufrido alteración, como lo demuestra la leixiviación de las biotitas, la transformación posible de micas en ilitas, la acumulación de especies minerales pesadas en la fracción menor de 0,125.

El transporte debe haber sido rápido ya que se conservan feldespatos.

En resumen:

Lutita carbonatada, inmadura, estratificada, ha sufrido alteración y un transporte rápido.

D. FUENTERRABIA.3

DESCRIPCION DE VISU:

Roca gris clara de grano medio, áspera al tacto masiva, dura y pesada. Se observan cristales de calcita y micas a simple vista, bastantes vetas de calcita.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Este estudio se ha hecho sobre polvo de la roca y sobre la roca misma.

Estudio en la roca misma: grano bastante grueso, grandes laminas de micas y opacos.

Estudio de la roca en polvo: se observan cristales transparentes con las aristas fracturadas y muy brillantes, no identificados. Láminas de micas.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos: Arena gruesa 7,48 %
 Arena fina 84,37 %
 Limo y arcilla 8,15 %

Con carbonatos: Arena gruesa 4,00 %
 Arena fina 45,15 %
 Limo y arcilla 4,36 %
 Carbonatos 46,49 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 46,49 %

ARENA LIMPIA: 36,14 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250 3,24 %
 Entre 0,250-0,125 49,12 %
 Menor de 0,125 47,64 %

FRACCION PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250: Pesada prácticamente
 Ligera todo ligera

Entre 0,250-0,125:	Pesada	0,90 %
	Ligera	99,10

Menor de 0,125:	Pesada	0,30 %
	Ligera	99,70 %

DISCUSION:

Arenisca calcárea. Como se puede deducir de los datos obtenidos; es una roca con un alto contenido en carbonato cálcico, y dato muy importante es la existencia de fracción arena casi en la misma proporción que carbonatos.

Se acumula la arena en la fracción mediana y menor. Por lo que respecta a la fracción pesada y ligera se observa que la muestra está formada en su mayor parte por esta última. Siendo la fracción pesada algo mayor en la fracción comprendida entre 0,250-0,125. En cuanto al análisis mecánico gran cantidad de carbonatos y arena fina.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	7	15
Opacos de alteración . . .	8	49	96
Alteritas	3	13	8
Turmalinas	-	56	57
Circones	1	2	15
Rutilos	-	1	9
Monacitas	-	1	2
Anatasas	-	6	18
Broquitas	-	1	-
Biotitas	40	75	13
Moscovitas	3	14	6
Cloritas	3	9	5
Glauconitas	-	-	3
Estauroalitas	-	22	43
Granates	-	4	14
Sillimanitas	-	1	-
Dolomitas	-	8	-
Epidotas	-	-	15

Estudio de la fracción mayor de 0.250 mm.:

Se han podido contar solo 47 transparentes.

Dominan los transparentes sobre los opacos. Dentro de los transparentes encontramos micas solo. Las biotitas algunas presentan inclusiones opacas. De las biotitas contadas, las más abundantes son las rojizas, y bastantes pardo rojizas, 4 verdes parduzcas. Las moscovitas solo tres laminares, grandes, 3 cloritas verde pálidas y 1 circón isotropizado. En cuanto a los opacos, solo hay 8 de alteración formas subangulares, son sideritas y leucoxenos. Las alteritas no identificadas por tener sucia la superficie.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

69 minerales opacos y 200 transparentes.

Dentro de los opacos hay 7 naturales, 49 de alteración y 13 alteritas. Los naturales presentan formas rodadas, los de alteración formas angulares y subangulares son leucoxenos, sideritas y algunos limonitas. Las alteritas, no identificadas por tener sucia la superficie.

En los minerales transparentes se observa un dominio de las micas, 75 son biotitas, 14 moscovitas y 9 cloritas. En las biotitas en algunas se encuentran inclusiones de opacos, formas laminares. Todas presentan extinción ondulante, así mismo las moscovitas.

Abundan turmalinas, de diversos pleocroismos, formas prismáticas, angulares y subangulares, las incolores son las que presentan más prismas, algunas presentan

inclusiones de carbón. Recuento: 5 de marrón clara a marrón oscura, 18 de amarilla a negra, 3 bicolores marrón y verdes, 1 bicolor azul marrón amarillenta, 1 verde sin pleocroismo, 3 de incolora rosada a negra, 4 marrón rojizas sin pleocroismo, 12 de incolora amarilla a marrón, 3 pardas negruzcas sin pleocroismo, 3 amarillas a rojas, 3 marrón rojiza a negra.

Se encuentran en esta preparación bastantes estaurolitas, muy rotas y astilladas, angulares y algunas macladas. En pequeña cantidad aparecen, granates, dolomitas y anatasas, los granates son angulares y limpios, incoloros y rosados, las anatasas, tabulares amarillas y azules. El resto de los minerales se presentan en muy pequeña cantidad.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Opacos 119 y transparentes 200.

Dentro de los opacos, 15 son anturales, 96 son de alteración angulares y subangulares, son sideritas, leucoxenos y alguna posible illmenita. Alteritas 8, indistinguibles por presentar sucia la superficie.

De los minerales transparentes los más abundantes son las turmalinas y estaurolitas. Turmalinas, prismáticas, subangulares y rodadas, las más prismáticas son las incoloras, algunas presentan inclusiones de carbón, recuento: 15 incolora amarilla a negra, 23 incolora amari

lla a marrón, 3 verdes sin pleocroismo, 6 bicolores verde marrón, 2 amarilla a marrón, 1 de incolora a verde, 1 bicolor verde azul, 5 marrones sin pleocroismo, 1 incolora amarilla a verde. Las estaurolitas, angulares, astilladas. Minerales abundantes son los circones, anatasas, micas, granates y epidotas, los circones de todas las formas, prismáticos piramidados, prismáticos angulares, subrodados y rodados, los hay zonados, encapuchados. Las anatasas son incoloras, amarillas y algunas azules, con formas tabulares. Las micas, presentan extinción ondulante, las biotitas algunas presentan inclusiones de opacos. Los granates los hay rosas e incoloros, hay uno que presenta el chagriado típico, formas angulares. Las epidotas amarillas. Es interesante en esta fracción la existencia de glauconitas. En pequeña cantidad aparecen rutilos, angulares y subrodados, amarillos y rojizos, hay uno con la macla típica en codo, algunos nos ilmenorutilos. Por último dos monacitas amarillas.

ASOCIACIONES:

Mayor de 0,250: Está formada toda por micas, luego no se puede hablar de asociaciones.

0,250-0,125: Micas-turmalinas-estaurolitas.

Menor de 0,125: Turmalinas-estaurolitas y minerales de titanio.

DISCUSION:

Acumulación de minerales opacos en la fracción menor de 0,125 y de minerales transparentes en la mediana y en la menor, contándose en estas fracciones hasta 200 minerales transparentes.

Por lo que respecta a los minerales transparentes; se observa: en la fracción mayor de 0,250 y en la mediana dominan las micas, siendo éstas biotitas sobre todo, moscovitas y cloritas. También están presentes estas variedades en la fracción menor de 0,125 pero en mucha menor proporción. Por lo que se refiere a las turmalinas, existen en número considerable en la fracción mediana y en la menor, no apareciendo en la mayor. Son de muchos tonos y pleocroismos. En la fracción mediana: presentan formas prismáticas más o menos alargadas y rotas, suelen ser las que presentan pleocroismo de incoloro amarillentas a negras, incoloras rosadas a negras y de amarillas a rojizas, algunos prismas presentan inclusiones de carbón. Hay turmalinas bicolors en la superficie del grano, algunos prismas presentan inclusiones de carbón, el resto de las turmalinas formas subangulares rotas e incluso subrodadas. Las turmalinas de la fracción menor con las mismas características que las de la fracción mediana abundando las amarillas y marrones, formas prismáticas, angulares y algunas algo rodadas, con inclusiones de carbón algunos prismas.

Los minerales metamórficos son muy abundantes en esta roca, concretamente la estaurolita en la fracción me-

diana y en la menor, sobre todo en esta última, de formas grandes rotas y astilladas, es interesante hacer notar la existencia de granate en la fracción mediana y en la menor sobre todo en ésta, angulares bastante almandinos y otros incoloros.

Los minerales de titano en la fracción menor de 0,125 aparecen en número considerable, siendo los rutilos muy negros ilmenorutilos, las anatasas incoloras y algunas azules y bastantes amarillas.

Glauconitas en la menor pero pocas.

Dolomitas en la mediana.

Por lo que respecta a los minerales opacos, pocos naturales, más en la menor de 0,125. Bastantes opacos de alteración sobre todo en la menor, formas angulares y subangulares rotas, rojizos y blancos fundamentalmente en ambas fracciones (sideritas y leucoxenos).

Las alteritas poco importantes en número, minerales inidentificables por tener su superficie sucia.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS TRANSPARENTES:

Minerales estables:	46 %
Minerales inestables	54 %
Roca bastante inmadura (bastantes micas y es-	
taurrolitas).	

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	80	81	58
Feldespatos K	12	15	14
Feldespatos Ca-Na	-	-	21
Agreg.cuarzo-feld.K	3	1	2
Agreg.cuarzo-feld.Ca-Na	-	1	-
Moscovitas	2	2	2
Biotitas	3	-	3

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Cuarzo, subangulares, limpios, algo irregulares de tamaños, en general se presentan aislados, algunos pero escasos en agregados.

Feldespatos, subangulares con tendencia a la forma prismática, bastante impurificados o tal vez caolinizados.

Moscovitas, grandes laminas.

Biotitas, rojas y pequeñas.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Cuarzo, angulares fundamentalmente y bastantes subangulares. Aislados, algunos con señales de erosión en

superficie, y algunos en agregados en mosaico.

Feldespatos, subangulares con tendencia a las formas prismáticas.

Moscovitas, láminas grandes.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzo, aislado, angular algunos subangulares. Pocos en agregados, algunos son agregados en mosaico, la superficie de algunos de los granos se presenta con señales de erosión.

Feldespatos, formas subangulares con tendencia prismática y algunos subrodados.

Biotitas, rojas ennegrecidas.

Moscovitas, láminas grandes.

RELACIONES:

$$\text{Mayor de 0,250: } \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{80}{12} = 6,66$$

No hay Ca-Na luego no puedo establecer relación entre los feldespatos.

$$\text{Entre 0,250-0,125: } \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{81}{15} = 5,4$$

No hay Ca-Na.

$$\text{Menor de 0,125: } \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespato}} = \frac{58}{35} = 1,65$$

$$\frac{\text{feldesp. K}}{\text{feld. Ca-Na}} = \frac{14}{21} = 0,66$$

DISCUSION:

Gran cantidad de fracción ligera en esta roca.

Cuarzo abundante en todas las fracciones, siendo menor cantidad en la menor de 0,125, en la que hay feldespato en gran cantidad. El cuarzo en general se presenta angular, limpio y aislado. Los feldespatos formas con tendencia prismática. Las micas en general muy poco abundantes.

El feldespato K se acumula en la mediana y en la menor, el feldespato Ca-Na solo aparece en la fracción menor de 0,125 y lo hace en bastante cantidad.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 4,57.$$

La cantidad de feldespatos en esta roca es elevada, ésto unido a la angulosidad de los granos de cuarzo, nos hace deducir la posibilidad de un transporte corto y fuerte, así como una alteración bastante débil.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Parece esta roca la típica arenisca calcárea.

Los granos formados por cuarzo subangular, micas sobre todo moscovita, glauconita y calcita. La calcita se presenta en cristales grandes que parecen unir los granos de cuarzo, actuando como cemento, así mismo la calcita microcristalina. Chert y algunos fragmentos de roca calcárea. Se encuentran fósiles, "globigerinas y rotálidos"

MINERALES DE LA FRACCION ARCILLA

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinado</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
-	-	22,07	d.	20,53	m.d.	-	-	montmorillo nita
-	-	17,65	d.	-	-	-	-	montmorillo nita
10,04	m.d.	9,92	d.	9,92	d.	9,88	m.	micas-ilitas
-	-	4,97	d.	4,96	m.d.	4,95	d.	ilitas
4,43	d.	4,42	d.	-	-	4,48	m.d.	micas-ilitas
4,22	d.	4,23	m.	4,23	m.	4,23	m.	cuarzo
3,82	m.	3,83	m.	3,84	m.	3,84	m.	calcita
3,32	r.	3,33	r.	3,33	r.	3,33	r.	cuarzo-micas -ilitas
3,01	m.f.	3,02	m.f.	3,03	m.f.	3,02	m.f.	calcita
2,82	d.	2,82	d.	2,82	d.	2,82	d.	-
2,47	m.	2,48	m.	2,48	m.	2,48	m.	calcita

<u>Polvo</u>		<u>Glicerina</u>		<u>Agregados</u>		<u>Calcinado</u>		<u>Minerales posibles</u>
<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	<u>d</u>	<u>I</u>	
2,27	m.	2,27	m.	2,27	m.	2,27	m.	calcita
2,08	m.	2,08	m.	2,08	m.	2,08	m.	calcita
1,91	d.	1,90	m.	1,90	m.	1,90	m.	calcita
1,86	m.	1,86	m.	1,87	m.	1,86	m.	calcita
1,81	d.	1,81	m.d.	1,81	m.d.	1,81	d.	cuarzo
1,59	d.	1,59	d.	1,59	d.	1,59	d.	micas-ilitas

En resumen, los minerales de la fracción arcillosa son: gran cantidad de calcita, micas-ilitas, cuarzo, tal vez algo de montmorillonita.

Discusión:

En el estudio mineralógico de la arena, se vieron muchas biotitas, bastantes moscovitas y algunas cloritas, mucho cuarzo, bastante feldespato K y plagioclasas.

Esto nos hace pensar en la posibilidad de que la illita provenga de la alteración de la moscovita y la montmorillonita podría venir de la alteración de minerales ferro-magnesianos.

La elevada cantidad de calcita en esta muestra en su fracción arcilla es apoyada por la elevada cantidad de carbonato cálcico de esta muestra, además en lámina delgada se vió calcita microcristalina. Así mismo la cantidad

de calcio apoya la existencia de montmorillonita en esta roca.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca calcárea, formada de carbonatos y arena fina, algo de arena gruesa y fracción limo-arcillosa. La fracción arena formada en su mayor parte de minerales ligeros.

Los minerales pesados se acumulan en la fracción mediana y menor, pero en la mayor de 0,250, aunque en número no llegan a 100, son abundantes las biotitas, las moscovitas en menor proporción y algunas cloritas. Las micas son las dominantes en la fracción mediana, dominando las biotitas, bastantes moscovitas y algunas cloritas, todas con extinción ondulante, escasean estos minerales en la fracción menor de 0,125, donde los minerales dominantes son turmalinas, estaurolitas y minerales de titano (anatasas y rutilos), acompañados de granates, circones, epidotas. En la fracción mediana acompañan a las micas, las turmalinas y estaurolitas, algo de minerales de titano y metamorfosismo. Interesante la existencia de glauconitas aunque en pequeña cantidad en la fracción menor y algunas dolomitas en la mediana. Las micas son laminares, las turmalinas, angulares, prismáticas y subangulares fundamentalmente amarillas y marrones, algunas más rodadas en la menor de 0,125, excepto los circones que algunos son rodados

el resto de los granos son angulares, prismáticos. El número de minerales inestables es superior al de estables, roca bastante inmadura. Los opacos se acumulan en la fracción mediana y menor abundantes, sideritas y leucoxenos, angulares y subangulares. Las alteritas escasas en las tres fracciones.

La fracción ligera formada en gran parte por cuarzos, angulares y subangulares en general aislados, pero algunos agregados. Elevada cantidad de feldespatos, y plagioclasas, aumentando en número al disminuir el tamaño de la fracción, luego la relación cuarzo/feldespatos disminuye al disminuir el tamaño de la fracción. Las plagioclasas se acumulan en la menor y los feldespatos K en las tres fracciones. Se encuentran algunas moscovitas y biotitas en las tres fracciones. El que los feldespatos se acumulen en fracciones menores es un signo de alteración, el que existan tantos feldespatos es un dato de que ésta muestra ha sufrido un transporte rápido y corto. Ahora la alteración no puede haber sido fuerte, ya que hay muchos feldespatos y muchas micas sobre todo éstas en la fracción pesada y entre ellas muchas biotitas.

El estudio en lámina delgada, nos permitió ver que los granos detríticos son de cuarzo, calcita y bastantes micas, ahora la calcita cristalina parece estar como cemento uniendo el material detrítico. Se encontraron fósiles, "globigerinas y rotálidos".

Los minerales de la arcilla son: calcita en gran cantidad, como es lógico dada la cantidad de carbonatos que posee esta muestra es alta, existen muchas micas-ilitas, posiblemente las ilitas provengan de la alteración de las micas, dada la cantidad que de ellas posee la fracción pesada. Mucho cuarzo, como también se encontró en la fracción ligera de la arena. Es interesante la existencia de montmorillonita que puede venir de la alteración de minerales ferro-magnesianos.

En resumen:

Arenisca calcárea, bastante inmadura, que ha sufrido alteración aunque no fuerte, y transporte corto y rápido.

E. FUENTERRABIA.4

DESCRIPCION DE VISU:

Color gris oscuro, viéndose en la superficie parda, estratificación horizontal, dura y pesada, el grano medio y fino, laminillas de micas en la superficie.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Aspecto granudo, viéndose calcita, micas y algunos opacos, esta observación se ha hecho en un fragmento de la roca.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	30,21 %
	Arena fina	37,87 %
	Limo y arcilla	31,92 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	.	.	.	.	.	16,77 %
	Arena fina	.	.	.	.	.	21,03 %
	Limo y arcilla	.	.	.	.	.	17,72 %
	Carbonatos	.	.	.	.	.	44,48 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 44,68 .

ARENA LIMPIA: 27,64 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	.	.	.	.	.	3,83 %
Entre 0,250-0,125	.	.	.	.	.	45,43 %
Menor de 0,125	.	.	.	.	.	50,74 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	.	.	.	.	.	prácticamente
	Ligera	.	.	.	.	.	todo ligera
0,250-0,125:	Pesada	.	.	.	.	.	0,40 %
	Ligera	.	.	.	.	.	99,60 %
Menor de 0,125:	Pesada	.	.	.	.	.	0,92 %
	Ligera	.	.	.	.	.	99,08 %

DISCUSION:

Marga arenosa. Gran cantidad de carbonatos, menos de arena limpia, acumulándose ésta fundamentalmente en la fracción mediana y en la menor, sobre todo en esta última. Casi todas las fracciones de arena están formadas por minerales ligeros. En cuanto al análisis mecánico se observa gran cantidad de carbonatos, bastante arena y con siderable fracción limo-arcillosa.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales . . .	-	-	2
Opacos de alteración	4	17	62
Alteritas	25	180	29
Turmalinas	1	2	16
Circones	-	-	33
Rutilos	-	-	3
Broquitas	-	-	1
Biotitas	1	2	2
Moscovitas	-	-	88
Glaucunitas	-	-	25
Dolomitas	1	-	-
Epidotas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Los opacos escasos y son de alteración, sideritas. Las alteritas, 25, no posibles de identificar, unas por tener la superficie sucia y otras por parecer agregados unidos por arcilla.

Escasísimos minerales transparentes, la turmalina tiene pleocroismo de incoloro amarillo a negro.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Los opacos son de alteración, formas subangulares y subrodadas, posiblemente son sideritas. Las alteritas abundantísimas, inidentificables por tener sucia la superficie.

Los minerales transparentes son escasísimos, las biotitas laminares rojizas, con inclusiones de opacos, las turmalinas de amarillo a negras.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Opacos, 64 de los que solo 2 son naturales angulosos, el resto son de alteración de todas las formas y grado de rodamiento, dominando los rodados, estos últimos son casi esféricos, son illmenitas, también hay leucoxenos,

limonitas y sideritas, hay un opaco grande que con luz reflejada da color amarillo oro debe ser pirita. Dentro de las alteritas las hay de dos tipos, como minerales no identificados por presentar sucia la superficie y otros que son agregados unidos por arcilla.

Dominio de circones y moscovita dentro de los transparentes. Los circones, variadísimos de formas desde prismáticos piramidados, hasta rodados, pasando por subangulares. Las moscovitas, laminares y con extinción completa. Bastantes abundantes son las turmalinas, recuento: de amarilla a amarilla verdosa 3, amarilla a marrón 4, de amarilla parda a negra 3, marrón sin pleocroismo 3, de incolora azulada a azul 1, de incolora rosada a verde 1, de incolora a marrón 1, las formas que presentan son de angulares a prismáticas. Interesante en esta preparación, es la cantidad de glauconitas, verdes. Escasísimos son el resto de los minerales.

Se han contado 169 minerales transparentes.

ASOCIACIONES:

Por no existir a penas minerales transparentes en la fracción mayor y mediana, no se pueden establecer asociaciones en estas fracciones. En la menor de 0,125 la asociación existente:

Micas. Circones. Glauconitas.

DISCUSION:

Aumenta el número de minerales transparentes al disminuir el tamaño de la fracción, llegando a encontrarse 169 en la fracción menor de 0,125, no habiéndose encontrado casi ninguno en la mayor y en la mediana. Los opacos aumentan así mismo al disminuir el tamaño de la fracción, siendo bastante abundantes en la fracción menor. Las alteritas se acumulan en la mediana, formando practicamente toda la fracción, en número muy elevado.

Los opacos de alteración, en la fracción mayor de 0,250 mm. son angulares y rojos (sideritas), en la mediana rojos (sideritas), subangulares y subrodados, y en la menor de todas las formas, dando muchos totalmente esféricos de colores grises metálicos (illmenitas), los hay también rojos (sideritas), blancos (leucoxenos) y amarillos (limonitas). Luego, se encuentran más rodados al disminuir el tamaño de la fracción.

Las alteritas son rojizas en la fracción mayor de 0,250 mm, y del tipo de minerales inidentificables por tener sucia su superficie, este último tipo de alteritas se presenta en todas las fracciones.

Por lo que respecta a los minerales transparentes, aparecen en cantidades casi inapreciables en la mayor y en la mediana, siendo muy abundantes en la menor, moscovitas, circones y glauconitas, bastantes turmalinas. Los circones se presentan de todas las formas y desde

prismáticos hasta rodados, las micas laminares, las glauconitas pequeñísimas y las turmalinas casi todas amarillas y marrones, angulares y prismáticas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables 31 %
Minerales inestables 69 %
Roca bastante inmadura (muchas moscovitas)

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la fracción mediana hay escasísimos minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	89	81	90
Feldespato K . . .	-	-	1
Feldespato Ca-Na .	-	-	3
Agreg. cuarzo-F.K. .	-	4	1
Agreg. cuarzo-F. Ca-Na	8	9	2
Moscovitas	-	-	1
Biotitas	3	6	2

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Cuarzos: Se presenta en agregados de cristales rotos y angulosos, algunos agregados en mosaico, todos ellos recubiertos de una pátina marrón, rojiza, con inclusiones de opacos y de algunos transparentes.

Biotitas, rojas muy pequeñas.

El cuarzo que se asocia con los feldespatos, el mismo está en agregados.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Cuarzos: En agregados iguales a los de la otra fracción, algunos agregados en mosaico y 1 aislado, angular.

Biotitas: Rojas.

Los agregados de cuarzo y feldespato formados por cuarzo, el mismo agregado.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzos: 18 son aislados, muchos de ellos agregados en mosaico con forma prismática, los agregados normales que son el resto están muy limpios.

Biotitas: Laminares rojas.

Feldespatos: Subangulares.

Los agregados de cuarzo y feldespatos, los cuarzos se encuentran en agregados.

RELACIONES:

En la fracción mediana y mayor no se pueden establecer pues no hay feldespatos.

En la fracción menor de 0,125: $\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{90}{4} = 22,50.$

$\frac{\text{feldesp. K.}}{\text{feldesp. Ca-Na}} = \frac{1}{3} = 0,33$

DISCUSION:

El cuarzo forma prácticamente las tres fracciones, apareciendo en agregados recubiertos de una pátina marrón negruzca, que va desapareciendo al disminuir el tamaño de la fracción, quedándose en la menor limpios. Asimismo en las fracciones menores se van aislando. Los feldespatos se acumulan en la fracción mediana, existiendo también en la mayor y menor, bien aislados o bien en agregados con el cuarzo.

RÉLACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 7,50$$

La cantidad de feldespatos en esta muestra es bastante escasa, pero hay bastantes en agregados con cuarzo, ésto sumado a la angulosidad que presentan los granos de cuarzo, nos podría llevar a pensar en un transporte rápido y corto. Por otro lado la existencia de moscovitas y biotitas, nos sugiere la posibilidad de poca intensidad de alteración.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga arenosa. Formada de granos angulares y sub angulares de cuarzo, granos de calcita, glauconita y micas, sobre todo moscovitas. Abundante matriz limo-arcillosa, el cemento formada por calcita microcristalina y cristalizada. Dispersos en la lámina se encuentra calcedonia, fósiles, "globigerinas y rotálidos".

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga arenosa, la proporción mayor en la roca es de carbonatos, casi la mitad, el resto, arena fina, arena gruesa y limo-arcilla. La fracción arenácea formada casi toda de minerales ligeros.

El número de minerales pesados transparentes es escaso, acumulándose en la fracción menor de 0,125 y no llegando a 200. Está formada esta fracción de moscovitas fundamentalmente, acompañadas de circones y glauconitas (muy interesante), hay bastantes turmalinas, algunos minerales de titano y biotita, epidota. Los granos en general angulares y prismáticos, algunos circones subrodados y rodados. Las turmalinas dominantes son las amarillas y marrones. Por los minerales pesados transparentes parece ser una roca bastante inmadura. Los minerales opacos, se acumulan en la fracción menor de 0,125, siendo abundantes, dominando las ilmenitas rodadas, bastantes sideritas, y algunas limonitas y leucoxenos estos últimos subangulares y subrodados. Las alteritas son abundantes sobre todo en la fracción comprendida entre 0,250-0,125.

En cuanto a los minerales ligeros se vió, que en las tres fracciones el mineral dominante era el cuarzo, se encontraron algunos feldespatos potásicos y algunas plagioclasas sobre todo en la fracción mediana y menor, aunque también en la mayor. Algunas micas, biotitas y moscovitas. El cuarzo se suele encontrar en agregados, pocos granos aislados.

El estudio en lámina delgada nos permitió ver, los granos detríticos de cuarzo, con granos de calcita, glauconita y láminas de micas, todo cementado por calcita microcristalina y calcita bien cristalizada en grandes cristales. La matriz parece estar formada por la fracción limo-arcillosa. Se encontraron fósiles, "Globigerinas y

Rotálidos".

En resumen:

Marga arenosa, inmadura tanto por los minerales pesados como ligeros, el transporte debe haber sido rápido y corto ya que hay feldespatos, la alteración no fuerte pues hay bastantes micas, no solo moscovitas sino también biotitas. Ahora, el hecho, de que los minerales pesados se acumulen en la fracción menor de 0,125 es un dato de alteración, así como que las micas se acumulen en la fracción menor de 0,125.



FACULTAD CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA

F. FUENTERRABIA.5

DESCRIPCION DE VISU:

Formada esta roca por dos zonas, una interior gris, con calcita, en filones y cristales, y una zona exterior parda rojiza, que también presentan filones de calcita y zonas de oxidación rojizas.

Pesada, compacta y masiva. Presenta en la parte inferior de la roca huellas que tal vez sean de corriente. El grano de medio a fino. Fractura concoide.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se observan claramente, calcita, micas y opacos, presenta aspecto granudo.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos: Arena gruesa 9,61 %
 Arena fina 32,83 %
 Limo y arcilla 57,56 %

Con carbonatos: Arena gruesa 3,82 %
 Arena fina 13,02 %
 Limo y arcilla 22,80 %
 Carbonatos 60,36 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 60,36 %

ARENA LIMPIA: 11,02 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250 0,91 %
 Entre 0,250-0,125 24,45 %
 Menor de 0,125 74,64 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250: Pesada prácticamente
 Ligera todo ligera

	Pesada	0,80 %
Entre 0,250-0,125:	Ligera	99,20 %

	Pesada	0,33 %
Menor de 0,125:	Ligera	99,67 %

DISCUSION:

Marga calcárea. Gran cantidad de carbonato cálcico. Conviene hacer notar que estas determinaciones han sido realizadas en la zona exterior de la roca. De todas formas determiné el carbonato cálcico también en la zona interior gris, dándome dicha determinación un 49,95 %. Muy poca cantidad de arena, acumulándose esta en la fracción menor de 0,125, fundamentalmente. Por lo que respecta a la fracción pesada y ligera, se observa que la fracción ligera es prácticamente la dominante en todas las fracciones. Mucho carbonato, bastante limo y arcilla y cantidad considerable de arena para ser marga calcárea,

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos de alteración	6	8	19
Alteritas	20	200	25
Turmalinas	1	-	6
Moscovitas	-	-	4
Biotitas	-	-	1
Cloritas	-	1	-
Glaucunitas	-	-	1
Distenas	-	-	1
Rutilos	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Lo más importante en esta fracción son las alteritas, son como agregados unidos por arcilla. Los opacos de alteración subangulares, ilmenitas y sideritas. La turmalina marrón clara a marrón oscura, forma angular.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Casi toda la fracción formada por alteritas, del mismo tipo que las de la fracción anterior. Los opacos de alteración son la mayor parte sideritas subangulares y

subrodadas, y una illmenita subangular.

Escasísimos transparentes solo una clorita.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Las alteritas como las de las otras fracciones. Los opacos de alteración, 12 subangulares sideritas, 3 limonitas subangulares y subrodadas y 4 leucoxenos subrodados.

Los minerales transparentes en esta fracción son muy escasos, dominando las turmalinas, pequeñas y con pleocroismo, 3 de amarillo a amarillo verdoso, 1 de incolora a amarilla; 2 verdes a verde pardo; las formas que presentan son prismáticas y angulares. La distena incolora y el rutilo rojo rodado.

ASOCIACIONES:

No hay minerales transparentes suficientes como para establecerlas.

DISCUSION:

Escasísimo el número de minerales transparentes en las tres fracciones, algunos más en la menor. Los que

más abundan son turmalinas y micas, interesante la glauconita de la fracción menor.

Lo más abundante en esta muestra son las alteritas, acumulándose en la fracción mediana y siendo del mismo tipo en las tres fracciones e imposibles de identificar. Los opacos de alteración no muy abundantes, siendo fundamentalmente sideritas, algunas limonitas y leucoxenos, en la fracción aparecen más rodados.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular, ya que esta muestra es pobre en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	95	90	97
Feldespatos K . . .	-	-	1
Feldespatos Ca-Na .	-	1	-
Agreg.Cuarzo-feld.Ca-Na	4	5	2
Biotitas	1	4	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Los cuarzos se encuentran en agregados recubiertos de una pátina marrón, se encuentran algunos agregados en mosaico, solo hay 7 cuarzos aislados, subangulares y con su superficie rayada. En los agregados de cuarzo con feldespato, el cuarzo se encuentra así mismo en agregados.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Se presenta el cuarzo igual que en la fracción anterior y hay también agregados en mosaico, solo 6 cuarzos aislados subangulares. Los agregados de cuarzo y feldespato, iguales a los de la fracción anterior. Los feldespatos subangulares y con la superficie rayada.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzos iguales a los de las fracciones anteriores, pero más limpios así mismo hay más individualizados, 15, algunos agregados en mosaico. Los feldespatos caolinizados y los que se asocian con el cuarzo, éste se presenta así mismo en agregados.

RELACIONES:

Fracción mayor de 0,250: no se pueden establecer no hay feldespatos.

$$\text{Fracción } 0,250-0,125: \frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{90}{1} = 90$$

No se pudo establecer relación de feldespatos, pues no existen feldespatos potásicos.

$$\text{Fracción menor de } 0,125: \frac{\text{cuarzos}}{\text{feldesp.}} = \frac{97}{1} = 97$$

No se puede establecer relaciones de feldespatos pues no hay calco sódicos.

DISCUSION:

El número de cuarzoes, como se puede ver por las relaciones aumenta, de la fracción mediana a la menor, manteniéndose igual el número de feldespatos, siendo curioso que en una sean calco sódicos y en otra potásicos. El número de agregados de feldespatos con cuarzoes es mayor en la fracción mediana que en la menor. El número de biotitas mayor en la mediana. Por lo que respecta a la mayor de 0,250, hay más agregados de cuarzo y feldespatos que en la menor, pero más cuarzo que en la mediana pero no que en la menor.

En general la fracción ligera formada por agregados de cuarzo, apareciendo más limpios al disminuir el

tamaño de la fracción, así mismo en la fracción menor, aparecen más cuarzos aislados.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 62,33.$$

La cantidad de feldespatos aislados en esta muestra es escasa, pero existen bastantes en agregados, esto unido a la angulosidad que presentan los granos de cuarzo, nos lleva a la posibilidad de un transporte corto y fuerte. Por otro lado la existencia de biotitas, puede hacernos pensar que la alteración no debe de haber sido fuerte.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga calcárea. Formada de granos de calcita y cuarzo estos últimos angulares; minerales opacos, microcristales de calcita. Matriz limo-arcillosa. Hay tres filoncillos de calcita que atraviesan la preparación.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga calcárea, formada en su mayor parte esta roca de carbonatos, y bastante fracción limo-arcilla, la

arena es escasa y principalmente fina. La fracción arena formada casi toda de minerales ligeros.

La fracción pesada escasísima, acumulándose en la fracción menor de 0,125 mm. formada de micas (moscovita y biotita) y turmalinas (amarillas y verdes) prismáticas y angulares. Interesante la existencia de glauconita aunque escasa. Los minerales opacos son escasos, acumulándose en la fracción menor, subangulares y subrodados, ilmenitas, sideritas, limonitas y leucoxenos. Gran cantidad de alteritas, acumulándose fundamentalmente en la fracción 0,250-0,125. El índice de madurez, no se puede determinar ya que son escasos los minerales pesados, abundando algo más los minerales inestables.

En cuanto a los minerales ligeros, dominan en las tres fracciones los cuarzos, algunos feldespatos y algunas biotitas, los cuarzos se suelen encontrar agregados y algunos subangulares aislados. Interesante es el hecho de que existen feldespatos potásicos y calco-sódicos.

El estudio en lámina delgada, nos permitió ver que esta roca está formada en general, por algo de material detrítico unido por matriz limo-arcillosa y calcita microcristalina.

En resumen:

Marga calcárea, por los minerales pesados y ligeros parece ser una roca algo inmadura (dado los feldespatos y micas que se encuentran), parece ser una roca alterada ya que posee bastantes alteritas, se acumulan los pesados transparentes en la fracción menor de 0,125. El transporte debe haber sido rápido y corto ya que resisten los feldespatos no solo los potásicos sino también las plagioclasas, aunque no en cantidades grandes, y los granos suelen ser bastante angulares.

G. FUENTERRABIA.6

DESCRIPCION DE VISU:

Color gris clara, compacta, no muy pesada, dura y masiva, fractura concoide, grano muy fino.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Estudiada en la misma roca, lo único que se observa es calcita en la superficie.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	0,48 %
	Arena fina	3,33 %
	Limo y arcilla	96,19 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	0,16 %
	Arena fina	1,15 %
	Limo y arcilla	33,09 %
	Carbonatos	65,60 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 65,60 %

ARENA LIMPIA: 4,86 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	11,15 %
Entre 0,250-0,125	43,08 %
Menor de 0,125	45,77 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente
	Ligera	todo ligera
Entre 0,250-0,125:	Pesada	prácticamente
	Ligera	toda ligera
Menor de 0,125:	Pesada	prácticamente
	Ligera	toda ligera

DISCUSION:

Marga calcárea. Alto contenido en carbonato cálcico. Fracción arena no existe casi. Se acumula fundamentalmente en la mediana y en la menor. Toda prácticamente es fracción ligera. En cuanto al análisis mecánico se observa formada casi toda de carbonatos y bastante fracción limo-arcillosa.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos de alteración	2	22	7
Alteritas	-	3	-
Turmalinas	-	-	1
Biotitas	-	1	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Opacos de alteración grises metálicos (illmenitas), muy oscuros.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Opacos de alteración, rojos angulares y subangulares (sideritas). Alteritas son del tipo de minerales inidentificables por tener sucia la superficie. Biotita amarilla muy pequeña.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Opacos de alteración: 2 subangulares amarillos pardos ocreados (limonitas), 4 rodados, rojos grisáceos (sideritas) y uno gris metálico subrodado (illmenita). La turmalina amarilla sin pleocroismo angular.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer pues no hay minerales transparentes a penas.

DISCUSION:

No hay a penas fracción pesada. Minerales transparentes casi ausentes. Los opacos de alteración son escasos, algo más en la mediana, dominando los rojos subangulares (sideritas).

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular ya que esta muestra es pobre en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	1	2	4
Alteritas	99	98	96

Estudio de la fracción ligera:

Los pocos cuarzos existentes en las tres fracciones presentan la superficie sucia y agrietada, subangulares. Las alteritas, iguales en las tres fracciones, son agregados unidos por arcilla. Al disminuir el tamaño de la fracción aparecen las alteritas más limpias.

RELACIONES:

No se pueden establecer, pues no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con dispersante en caliente, quedándose el agua totalmente turbia y al lavar desaparece casi toda la muestra, luego lo que enmascaraba los granos debía ser arcilla, pues observando la muestra que quedó al microscopio, se vé, cuarzos aislados limpi^{sí}mos, agregados de cuarzos y agregados microcristalinos de cuarzos unidos posiblemente por sílice.

DISCUSION:

Esta muestra está formada su fracción ligera toda por cuarzo, bien aislado, bien agregado en cristales o bien en agregados microcristalinos.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se ha podido establecer pues prácticamente toda la muestra está formada de alteritas.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga calcárea. Formada de material muy fino, debe ser arcilla y carbonato cálcico. Bandeada de zonas

claras y oscuras, las más oscuras deben ser concentraciones de material limo-arcilloso y las más claras de calcita microcristalina ya que se vé está perfectamente en los bordes. Se han visto algunos cristales aislados de cuarzo. Presenta algunos fósiles, como "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P.P.C.
19,28	2,83	1,07	0,69	41,30	0,37	0,60	-	35,67

TiO_2 menor de 0,16 %.

P.P.C.	.	.	.	.	.	.	.	35,67
CO_2	.	.	.	.	.	.	.	28,86
CO_3Ca (deduc. del CO_2)	.	.	.	.	.	.	.	65,60
CO_3Ca (deduc. del CaO})	.	.	.	.	.	.	.	73,75

Discusión:

El CO_2 no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El carbonato cálcico deducido del óxido de calcio está en exceso, luego debe de haber minerales de calcio, como podrían ser plagioclasas, pero que en esta muestra, como la fracción ligera está formada por alteritas prácticamente casi toda, no se han podido identificar.

La sílice existente es muy probable que en su mayor parte pase a la fracción arcilla. Aunque algo se debe quedar en forma de cuarzo libre en la arena; p.ej.: las alteritas encontradas parecen ser cuarzo en agregados.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga calcárea. Formada casi toda la roca de carbonatos y bastante fracción limo-arcillosa, escasísima fracción arena. La fracción arena formada prácticamente de minerales ligeros.

Escasísimos minerales pesados transparentes, algo de turmalina amarilla y biotita. Escasos opacos, se acumulan en la fracción mediana y escasísimas alteritas. Los minerales opacos son, sideritas fundamentalmente, algunas limonitas e illmenitas, en general subangulares, algunos subrodados.

La fracción ligera formada casi en su totalidad de alteritas, algún cuarzo subangular. Del estudio de las alteritas se dedujo, que eran agregados de cuarzo, pero lo

que no se pudo observar es si había algo de feldespatos.

Lámina delgada; roca bandeada a zonas claras (calcita microcristalina) y zonas oscuras material limo-arcilloso. Se encontraron "Globigerinas" y algo de cuarzo detrítico.

Del análisis químico se dedujo: que pueden existir minerales de calcio, pero de hecho no se han encontrado. Así mismo puede ser que la sílice esté libre en la arena en forma de cuarzo, pero la mayor parte de la sílice debe pasar a la fracción arcillosa.

En resumen:

Marga calcárea, en cuanto a la alteración, el transporte que ha sufrido esta roca y la madurez no se puede deducir nada. Solo que es una roca formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa.

H. FUENTERRABIA.7

DESCRIPCION DE VISU:

Gris clara, hacia el exterior se torna ligeramente amarillenta. Compacta, no muy pesada, dura y masiva. Fractura concoide y de grano muy fino.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Lo único que se observa con cierta claridad es calcita en la superficie.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	1,33 %
	Arena fina	10,63 %
	Limo y arcilla	88,04 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	0,43 %
	Arena fina	3,48 %
	Limo y arcilla	28,81 %
	Carbonatos	67,28 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 67,28 %

ARENA LIMPIA: 5,90 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	34,99 %
Entre 0,250-0,125	32,60 %
Menor de 0,125	32,41 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

	Pesada	0 %
Mayor de 0,250:	Ligera	100 %
	Pesada	8,64 %
Entre 0,250-0,125:	Ligera	91,36 %
	Pesada	4,67 %
Menor de 0,125:	Ligera	95,33 %

DISCUSION:

Marga calcárea. Mucha cantidad de carbonatos, por el contrario la cantidad de fracción arena es escasísima, acumulándose ésta casi por igual en las tres fracciones.

Por lo que respecta a las fracciones pesada y ligera gran cantidad de fracción ligera en las tres fracciones. En cuanto al análisis mecánico, se observa que esta muestra está formada en su mayor parte de carbonatos con bastante limo y arcilla y escasa arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	-	1	-
Opacos de alteración	-	6	16
Alteritas	-	90	38
Turmalinas	-	-	8
Circones	-	1	2
Moscovitas	-	1	22
Biotitas	-	1	3
Glauconitas	-	-	4
Epidotas	-	-	1
Monacitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No hay minerales pesados.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escasísimos transparentes.

Muchas alteritas, no posible de identificar por ser como agregados unidos por arcilla. Escasos opacos, la mayoría subangulares sideritas y una illmenita.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Difícil de contar esta fracción, por el tamaño tan pequeño de sus granos. Aunque escasa en minerales transparentes, algo más abundantes que en la anterior, las moscovitas son laminares y las biotitas. Interesantes las 4 glauconitas. Las turmalinas, 7 prismas con pleocroismo de incoloro a verde y una amarilla subangular.

Los opacos de alteración, 2 rodados blancos, (leucoxenos), 10 rojos angulares (sideritas), 2 subrodados pardos ocreados (limonitas) y 2 negros con puntos brillantes (illmenitas).

Las alteritas iguales a las de la fracción anterior.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer ni en la mayor, ni en la mediana, y en la pequeña aunque escasa en transparentes. La asociación podría ser:

Micas.

Turmalinas.

Glaucunitas.

DISCUSION:

Gran número de alteritas en la fracción mediana, disminuyendo en la menor. Escasos opacos; en más número en la fracción menor. Escasos transparentes, pero algunos más en la menor, dominando las micas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables 25 %

Minerales inestables 75 %

Roca inmadura (muchas moscovitas).

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la fracción mediana hay escasísimos minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	7	1	12
Feldespatos Ca-Na	-	-	2
Biotitas	-	-	1
Alteritas	93	99	85

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Mal seleccionados los granos. Los cuarzos subangulares con señales de erosión. Alteritas iguales a la de la fracción pesada.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Cuarzo: en agregados y señales de erosión en superficie.

Alteritas iguales a las de la fracción anterior, encontrándose en igual número las que se encuentra su superficie muy limpia así como la que su superficie está recubierta de una pátina marrón negruzca.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Cuarzos: limpios angulares.

Feldespatos: prismáticos.

Alteritas: muy limpias del mismo tipo que las de fracciones anteriores.

RELACIONES:

Solo se pueden establecer en la fracción menor:

$$\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{12}{2} = 6$$

No hay feldespatos potásicos, luego no se puede establecer relaciones de feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Ha sido tratada dicha fracción con dispersante y ClH en caliente ambos, quedando la fracción después de tratada, como se ha visto al microscopio, bastante limpia, pareciendo las alteritas, agregados de cuarzo microcristalinos que parecen estar unidos por sílice.

Con el ClH esta muestra daba mucha efervescencia, luego debía de haber mucho carbonato que impurificaba los granos. Por otro lado se iba mucha fracción al tratar con dispersante, luego debía de existir mucha arcilla. En las

cápsulas se quedaba un residuo amarillento de cloruro férrico, lo que nos indica que existía algo de hierro.

DISCUSION:

La fracción ligera formada por cuarzo, presentándose este en agregados, se encuentran algunos aislados y algunos agregados en mosaico. Escasos feldespatos, siendo estos calco-sódicos.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 2$$

En esta muestra no se puede atender a esta relación, ya que la cantidad de alteritas en las tres fracciones es elevadísima, y en dichas alteritas, pueden existir feldespatos que no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga calcárea. Roca de grano finísimo. Debe de estar formada en su mayor parte por carbonato cálcico y arcilla. Zonas de microcristales de calcita, que se intercalan con otros de arcilla; filoncillos de calcita y posibles fósiles, "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P.P.C.
27,21	2,83	1,35	0,58	36,40	0,33	0,60	-	33,20

TiO_2 menor de 0,16 %

P.P.C. 33,20

CO_2 29,60

CO_3Ca (deduc. del CO_2). 67,28

CO_3Ca (deduc. del CaO). 65

CO_3Mg (deduc. del MgO). 1,21

Discusión:

El CO_2 no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

Hay carbonato cálcico en exceso del deducido del CO_2 , luego debe de haber otro tipo de carbonatos, como sideritas que en efecto se encuentran en la fracción pesada.

El carbonato magnésico no está en gran cantidad. Pero debe de haber magnesio en forma de minerales ferro-marnesianos, ya que en forma de carbonato (dolomita) no

lo hay en la fracción arena. En efecto en la fracción pesada y ligera se encuentran minerales ferro-magnesianos.

La sílice debe estar en la fracción arena en forma de cuarzo libre y en la arcilla.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga calcárea. Formada en su mayor parte de carbonatos, y bastante fracción limo-arcillosa, escasísima fracción arenácea. La fracción arena formada en su mayor parte de minerales ligeros.

Escasísimos minerales pesados transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125, siendo el mineral dominante las moscovitas. Algo de turmalinas prismáticas verdes, interesante la existencia de biotita y glauconitas aunque en pequeña proporción, algo de circón. Luego, los minerales más abundantes son los inestables. Los minerales opacos son escasos acumulándose en la fracción menor de 0,125, angulares, subangulares y subrodados, fundamentalmente sideritas, algunas limonitas, leucoxenos e illmenitas. Las alteritas son abundantes en la fracción mediana fundamentalmente y en la menor.

La fracción ligera formada en su mayor parte por alteritas, que se vió que eran agregados de cuarzo. Se contaron algunos feldespatos Ca-Na y biotitas en la fracción menor de 0,125.

Por lo que se refiere al estudio de la roca en lámina delgada: roca formada por zonas claras (microcristalinas de calcita) y zonas oscuras (fracción limo-arcillosa), algunos filones de calcita y se encontraron "Globigerinas".

El análisis químico, nos permitió deducir la existencia de sideritas, y minerales ferro-magnesianos. La sílice debe estar en la arena en forma de cuarzo libre y en la arcilla.

En resumen:

Marga calcárea, formada de carbonatos sobre todo cálcicos y limo-arcilla, parece ser una roca inmadura por los minerales inestables que en ella se encuentran. No se puede decir nada en cuanto al transporte y a la alteración.

I. FUENTERRABIA.8

DESCRIPCION DE VISU:

Roca gris oscura hacia el exterior parda rojiza. Masiva con filoncillos de calcita. Compacta. Pesada. Dura. Tamaño del grano de medio a fino. Laminillas de micas.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Aspecto granudo. Se observa calcita. Micas y opacos.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	30,67 %
	Arena fina	18,40 %
	Limo y arcilla	50,93 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	18,41 %
	Arena fina	11,04 %
	Limo y arcilla	30,56 %
	Carbonatos	39,99 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 39,99 %

ARENA LIMPIA: 36,06 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	1,86
Entre 0,250-0,125	42,92 %
Menor de 0,125	55,22 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0,60 %
	Ligera	99,40 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	1,90 %
	Ligera	98,10 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,50 %
	Ligera	99,50 %

DISCUSION:

Marga arenosa. La cantidad de arena y carbonato cálcico es muy por igual. Se acumula la arena en la fracción mediana y en la menor. Por lo que respecta a la fracción pesada y ligera se observa que esta muestra está fundamentalmente formada de fracción ligera. En cuanto al análisis mecánico, se observa que está formada esta roca de carbonatos, limo y arcilla y arena, en proporciones casi semejantes.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	1	2	2
Opacos de alteración	-	3	22
Alteritas	7	114	26
Turmalinas	-	-	22
Circones	-	-	56
Rutilos	-	-	7
Anatasas	-	-	2
Broquitas	-	-	1
Moscovitas	2	-	86
Biotitas	1	-	2
Glauconitas	-	-	14
Estaurolitas	-	-	1
Sillimanitas	-	-	3
Epidotas	-	-	4
Hiperstena	-	-	2

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Prácticamente no existen minerales pesados, solo una biotita roja pequeña y 2 micas incoloras laminares. Las alteritas son como agregados de minerales ligeros anubarrados.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

No hay minerales pesados transparentes. Casi toda formada por alteritas del mismo tipo que las de la fracción anterior, los opacos de alteración que se presentan dos son rojos (sideritas) y uno gris muy negro (illmenita).

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Gran cantidad de minerales transparentes se han contado hasta 200. Las turmalinas muy variadas en formas, colores y pleocroismos; 1 es angular con pleocroismo de incoloro a azul, 2 bicolores sin pleocroismos marrón en una zona del grano y verde en la otra zona con formas angulares de tipo prismáticas, 2 verdes sin pleocroismo angulares, 6 angulares con pleocroismo de incoloro a verde, 4 angulares con pleocroismo de amarillo a amarillo marrón, 3 prismáticas preciosas con pleocroismo de incoloro rosá-

ceo a marrón, 2 angulares marrones sin pleocroismo, 2 prismáticas cortas con pleocroismo de amarillo a marrón verdoso. Por lo que se puede observar através de esta descripción las turmalinas son casi todas angulares. En cuanto a los circones, son variadísimos de formas, dominando las formas angulares, de tamaños en general muy pequeños, algunos sus aristas están algo rodadas, pero poco. Los rutilos en general rojos, algunos amarillos de formas angulares, las anatasas son tabulares y la broquita también de forma algo tabular. En cuanto a las micas, 2 son biotitas marrones y el resto son moscovitas laminares más grandes que el tamaño normal de los granos, con extinción ondulante y algunas con extinción total. Las glauconitas algunas son bastante grandes para el tamaño que en general presentan y de color verde suyo característico. La única estaurolita que se encuentra es bastante grande y las tres sillimanitas son fibrosas. Las hiperstenas son con el pleocroismo característico de amarillo a pardo rojizo. Las epidotas son amarillas.

En cuanto a los opacos y alteritas aparecen en número restringido, las alteritas no identificadas son del tipo de agregados unidos por arcilla y otros minerales que presentan sucia la superficie. Los opacos de alteración hay, 14 limonitas angulares y subrodadas, 4 sideritas angulares y subangulares y 3 illmenitas subrodadas, luego los opacos se presentan ligeramente rodados.

ASOCIACIONES:

En la fracción mayor y mediana no se pueden establecer pues no hay suficientes minerales transparentes.

En la fracción menor de 0,125:

Micas.

Circones.

Turmalinas.

DISCUSION:

Acumulación de los minerales transparentes en la fracción menor de 0,125. Formada fundamentalmente esta fracción de moscovitas, turmalinas variadísimas de colores y de circones de todas las formas. Existen algunos minerales de titano y de metamorfismo. Dato muy interesante es la existencia de 14 glauconitas. Los opacos de alteración no muy abundantes pero se acumulan fundamentalmente en la fracción menor, sobre todo limonitas y sideritas. Las alteritas se acumulan en la fracción mediana, formando casi el total de esta fracción y no siendo posibles de identificar.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables 44 %
 Minerales inestables 56 %
 Roca bastante inmadura (muchas moscovitas)

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la mediana no hay minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	100	93	86
Feldespatos K . . .	-	-	2
Feldespatos Ca-Na .	-	-	2
Agreg. cuarzo-F.K. .	-	7	7
Agreg. cuarzo-F.Ca-Na	-	-	1
Dolomitas	-	-	1
Biotitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Todos son cuarzos en agregados recubiertos de

una pátina marrón negruzca, de formas angulares, solo tres están aislados angulares.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Todos los cuarzos excepto uno en formas de agregados algo más limpios que los de la fracción anterior, los hay agregados en mosaico.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Esta fracción mucho más limpia que las anteriores, 34 cuarzo son individuales, otros agregados en mosaico, el resto son agregados de cristales de cuarzo angular.

Los feldespatos angulares y subangulares. Los agregados de cuarzo y feldespato, son agregados de cuarzo con un grano de un feldespato.

RELACIONES:

En la fracción mediana y mayor no se pueden establecer por no haber feldespatos.

$$\text{Fracción menor de 0,125: } \frac{\text{cuarzo}}{\text{feldespatos}} = \frac{86}{4} = 21,50$$

$$\frac{\text{feldesp. K}}{\text{feld. Ca-Na}} = \frac{2}{2} = 1$$

DISCUSION:

El cuarzo es el mineral dominante en las tres fracciones. Interesante la existencia de feldespato K. en la mediana y en la menor. El feldespato K. se presenta o bien en agregados o bien aislado como en la menor de 0,125, también en esta fracción existe feldespato Ca-Na. Los cuarzoes se encuentran en agregados que van apareciendo más limpios al disminuir el tamaño de la fracción, o bien aislados, estos fundamentalmente en la fracción menor de 0,125. También se encuentran algunos cuarzoes con estructura en mosaico.

RELACION CUARZO/FELDESPATO MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 7,16$$

La cantidad de feldespatos aislados en esta muestra son escasos pero existen bastantes agregados con el cuarzo, esto sumado a la angulosidad de los granos de cuarzo, nos podría hacer pensar en un transporte corto y fuerte. Por otro lado la existencia de feldespatos sumada a la existencia de biotita, podría ser debido a una escasa alteración.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga arenosa. Roca de tipo calizo con mucha cantidad de carbonato, limo y arcilla y bastante fracción arena, formada esta por cuarzo heterométrico angular y subangular, chert, calcedonia, calcita cristalina, moscovita, algunos fósiles, "Globigerinas".

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga arenosa. Formada de carbonatos, limo-arcilla y arena, a partes semejantes más o menos, siendo más abundantes los carbonatos. La fracción arenosa formada en su mayor parte de mineralés ligeros.

Los minerales pesados, se acumulan en la fracción menor de 0,125, no existiendo casi en las otras dos fracciones, en la menor se han podido contar hasta 200. En esta fracción se acumulan, las moscovitas, circones y turmalinas (amarillas, verdes y marrones) angulares y prismáticas, los circones angulares y algunos algo rodados. Hay algo de minerales de titano (rutilos, anatasas y broquitas). Muy interesante la existencia de glauconitas. Los minerales opacos son escasos dominando las limonitas, algo de sideritas e illmenitas; angulares, subangulares y subrodados. Los opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125. Las alteritas abundantes se acumulan en la fracción mediana. La cantidad de minerales inestables es superior al de

estables, roca bastante inmadura.

La fracción ligera formada en su mayor parte de cuarzos en general en agregados, hay bastantes feldespatos potásicos y algunos calco-sódicos, pasando fundamentalmente a fracciones menores, algo de biotita y algo de dolomita. La existencia de feldespatos y la angulosidad de los granos nos podría hacer pensar en un transporte rápido y corto. Por otro lado debe de existir alteración ya que los minerales pesados transparentes se acumulan en fracción menor de 0,125, existen alteritas, las micas se encuentran en fracciones menores. Ahora bien, la alteración no puede haber sido muy fuerte pues resisten minerales inestables, biotitas y feldespatos.

En lámina delgada pudimos observar, que tenía fracción detrítica, cuarzo, calcedonia, chert y calcita cristalizada. Por otro lado se vió bastante fracción limo-arcillosa y calcita. Se encontraron "Globigerinas".

En resumen:

Marga arenosa, debe haber sufrido algo de alteración, transporte corto y rápido, es bastante inmadura.

J. FUENTERRABIA.9

DESCRIPCION DE VISU:

Caliza margosa, gris, compacta con algunas vetas blancas, fractura concoide. Algunas zonas inferiores más oscuras que la parte superficial, bastante pesada y masiva. Grano fino.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se observa calcita en la superficie.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	0,11 %
	Arena fina	3,94 %
	Limo y arcilla	95,95 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	0,04 %
	Arena fina	1,48 %
	Limo y arcilla	36,10 %
	Carbonatos	62,38 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 62,38 %

ARENA LIMPIA: 19,40 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	4,76 %
Entre 0,250-0,125	56,90 %
Menor de 0,125	38,34 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	3,86 %
	Ligera	96,14 %
0,250-0,125:	Pesada	2,13 %
	Ligera	97,87 %
Menor de 0,125:	Pesada	3,78 %
	Ligera	96,22 %

DISCUSION:

Marga calcárea. Muy elevado el tanto por ciento de carbonato cálcico. Se acumula la arena limpia en la fracción comprendida entre 0,250-0,125, existiendo bastante cantidad en la menor de 0,125. Por lo que se refiere a las fracciones pesadas y ligeras se observa que la muestra en sus tres fracciones está prácticamente formada por fracción ligera, aunque los números de fracción pesada existentes son algo altos. En cuanto al análisis mecánico, se observa esta roca formada de carbonatos y bastante limo-arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	16	94	283
Opacos de alteración	108	36	104
Opacos naturales .	-	3	8
Moscovitas	-	1	18
Biotitas	-	-	3
Glauconitas	-	-	3
Turmalinas	-	-	1
Circones	-	-	1
Anatasas	-	-	1
Granates	-	-	3
Dolomitas	-	1	3

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No existen minerales transparentes, todos son opacos y alteritas. Formada esta fracción casi toda por opacos de alteración, 98 leucoxenos subangulares, 10 limonitas subangulares. Las alteritas escasas, no identificadas son como agregados unidos por arcilla.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escasísimos minerales transparentes. Formada esta fracción por opacos y alteritas. Las alteritas iguales a las de la fracción anterior. En cuanto a los opacos de alteración, 6 subrodados sideritas, 7 limonitas angulares, 21 leucoxenos angulares y 2 illmenitas subangulares. Los opacos naturales escasos, angulares.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Formada practicamente por alteritas y opacos, fundamentalmente alteritas, estas son como agregados unidos por arcilla, no se han podido identificar. En cuanto a los opacos de alteración, 100 son sideritas angulares y algunas subrodadas, 3 limonitas angulares y rodadas, 1 leucoxeno subangular. Los opacos naturales son angulares y subrodados.

Escasos minerales transparentes 33, dominan las micas, los granates son incoloros, las glauconitas verdes pequeñas, el circón angular, la turmalina de incolora a marrón prismática, la dolomita pequeña.

ASOCIACIONES:

No se han podido establecer por ser escasísimo el número de minerales transparentes en la fracción media na, y por no existir en la mayor. En la fracción menor de 0,125, aunque escasos, la asociación sería:

Micas.

Glauconitas.

Granates.

Dolomitas.

DISCUSION:

Escasísimos minerales transparentes, acumulándo se algunos más en la fracción menor de 0,125, fundamentalme nte micas, interesante la existencia de glauconitas.

Gran cantidad de minerales opacos sobre todo en la fracción mayor y menor, siendo en la mayor fundamental mente leucoxenos y en la menor sideritas.

Las alteritas aumentan en número al disminuir el tamaño de la fracción, siendo abundantísimas en la fracción menor de 0,125. No se han podido identificar, parecen como agregados unidos por arcilla.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables 13 %
Minerales inestables 87 %
Roca inmadura (muchas micas)

Este índice se ha calculado considerando la fracción menor de 0,125, ya que en la fracción mediana no hay casi minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	-	3	2
Alteritas	100	97	98

Estudio de la fracción ligera:

Las alteritas de las tres fracciones son del mismo tipo, a medida que disminuye el tamaño de la fracción aparecen más limpias. Son del tipo de formas laminares moteadas, marrones y que al cruzar nícoles aparecen microcristalinas.

Los cuarzos: en la mediana son en agregados y en la menor individualizados.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Ha sido tratada dicha fracción, con dispersante y ClH en caliente. Resultados: se ha observado al microscopio y se ve: las alteritas, más limpias, parecen agregados microcristalinos de cuarzo, cementados seguramente por sílice, ya que el carbonato cálcico y la arcilla han sido eliminados; luego, lo que debía enturbiar los granos debía ser carbonatos, arcilla y compuestos de hierro (ya que quedaba en la cápsula residuos de cloruro férrico). La muestra al ser tratada con ClH, daba mucha efervescencia, luego debía haber mucho carbonato.

DISOUSION:

Está formada esta muestra en sus tres fracciones por cuarzo en agregados, microcristalinos posiblemente cementados por sílice.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer, pues no hay feldespatos, o si los hay, es en las alteritas y por tanto no han podido ser identificados

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga calcárea. Roca formada de arcilla y carbonato cálcico. Presenta filones de calcita. En los bordes de la preparación se ve claramente los microcristales de calcita. Se encuentran fósiles, "Globigerinas y Globotruncana".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
26,57	3,40	1,21	0,64	36,40	0,33	0,62	-	29,53

TiO₂ menor de 0,16 %.

P.P.C.	29,53
CO ₂	27,44
CO ₃ Ca (deduc. del CO ₂) . .	62,38
CO ₃ Ca (deduc. del CaO) . .	65

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El CO₃Ca deducido del CaO excede al deducido del CO₂, luego debe de haber calcio formando minerales como plagioclasas, aunque no han sido vistas al microscopio, ya que la fracción ligera está casi toda formada por alteritas.

La cantidad de sílice, es posible que esté fundamentalmente en la fracción arcilla, aunque queda algo en la fracción arenosa.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga calcárea. Formada esta roca en su mayor parte de carbonatos y bastante fracción limo-arcillosa, escasa arena. La arena formada casi toda de fracción ligera.

Escasísimos minerales pesados transparentes acumulándose en la fracción menor de 0,125, dominando las moscovitas, algo de biotitas y algunos minerales resistentes como circón, turmalina, anatasa, granate. Interesante la existencia de glauconitas y dolomitas, las turmalinas marrones. En general angulares los granos. Bastantes opacos, acumulándose en la fracción mayor de 0,250 y en la menor de 0,125, son subangulares, angulares y en la menor bastantes subrodadas, los dominantes son los leucoxenos, y sideritas, las limonitas e illmenitas son escasas. Las alteritas muy abundantes se acumulan en la fracción mediana y menor. Mayor cantidad de minerales inestables que de estables, roca inmadura.

La fracción ligera formada casi toda de alteritas, que se vieron que eran agregados de cuarzos, pero los feldespatos no se pudieron identificar.

La lámina delgada, nos permitió ver que esta roca está formada de zonas de calcita microcristalina y de zonas oscuras de limo-arcilla. Se encontraron algunos fósiles, como "Globigerinas y Globotruncana".

En cuanto al análisis químico, nos da la posibilidad de la existencia de plagioclasas y cuarzo libre en la arena, aunque esta pase seguramente a la arcilla en mayor cantidad.

En resumen:

Marga calcárea, inmadura, y que debe haber sufri-
do alteración, ya que los minerales pesados se acumulan en
la menor de 0,125, hay bastantes alteritas, y hay minera-
les estables e inestables, pero la alteración no muy fuer-
te, ya que hay muchas micas y entre ellas biotitas.

K. FUENTERRABIA.10

DESCRIPCION DE VISU:

De color gris, compacta, pesada, masiva, dura, tamaño de grano de medio a fino, laminillas de calcita, pegadas a la superficie. Pistas fósiles.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Aspecto granudo, muchas laminillas de calcita y micas.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	45,93 %
	Arena fina	22,54 %
	Limo y arcilla	31,53 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	24,24 %
	Arena fina	11,90 %
	Limo y arcilla	16,64 %
	Carbonatos	47,22 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 47,22 %

ARENA LIMPIA: 39,65 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	5,25 %
Entre 0,250-0,125	53,01 %
Menor de 0,125	41,74 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0,52 %
	Ligera	99,48 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada	0,21 %
	Ligera	99,79 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,90 %
	Ligera	99,10 %

DISCUSION:

Marga arenosa. Esta roca tiene bastante cantidad de carbonatos y bastante cantidad de arena, acumulándose ésta fundamentalmente en la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.

Por lo que respecta a las fracciones pesadas y ligeras, se observa que todas las fracciones en su mayor parte están formadas por ligera y que por tanto la pesada es escasísima. Por lo que se refiere al análisis mecánico se ve que esta roca está formada de carbonatos, arena y limo-arcilla, siendo ésta la que entra en menor proporción.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos naturales	2	1	-
Opacos de alteración	-	15	15
Alteritas	5	240	180
Biotitas	-	1	1
Distenas	-	1	2
Granates	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No hay minerales transparentes. Los opacos naturales escasos y pequeños. Los opacos de alteración no existen. Las alteritas, hay de dos tipos, imposibles de identificar, unas como agregados unidos por arcilla y otros con la superficie sucia.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escaso mineral transparente. Las alteritas abundantísimas forman casi toda la fracción, son como agregados unidos por arcilla. Los opacos de alteración escasos, 9 son sideritas angulares, 4 leucoxenos, 1 illmenita y 1 limonita.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Las alteritas forman casi toda la fracción, del mismo tipo que las anteriores. Los opacos de alteración escasos, 13 sideritas angulares, 1 illmenita y un leucoxeno. Escasísimos minerales transparentes.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer debido al escaso número de minerales transparentes.

DISCUSION:

El número de minerales transparentes es escasísimo, y los que existen son de metamorfismo y biotitas.

Gran cantidad de alteritas, acumulándose en la fracción mediana y en la menor, sobre todo en aquella, Los opacos poco abundantes y en igual número en la mediana que en la menor, siendo fundamentalmente sideritas, de formas angulares.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular, ya que esta muestra es pobre en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

En las tres fracciones las alteritas son del mismo tipo, marrón claras moteadas que al cruzar nícoles aparecen microcristalinas, son iguales que las de la fracción pesada. En la fracción mayor se presentan más impurificadas recubiertas de una pátina marrón negruzca, en la mediana algo más limpias y en la menor más limpias.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con dispersante y ClH en caliente, con el dispersante el agua aparecía muy turbia, lo cual indica que había bastante arcilla y con el ClH dan muchas efervescencia, lo que nos indica que había mucho carbonato cálcico. Se vieron al microscopio después del tratamiento, y se ven las alteritas, pero mucho más limpias como agregados de cuarzo posiblemente cementados por sílice, estos agregados son microcristalinos.

Luego lo que debía enturbiar los granos debía ser carbonato cálcico fundamentalmente, arcilla y compuestos de hierro, pues el agua de los lavados aparecía de color amarillento, debido seguramente a la formación de cloruro férrico.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

DISCUSION:

Formada la fracción ligera fundamentalmente por agregados de cuarzo posiblemente unidos por sílice.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer, pues no hay feldespatos, o si los hay es en las alteritas y por tanto no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga arenosa. Roca formada de filoncillos y cristales de calcita, algo de cuarzo subangular. En algunas zonas de la roca el material detrítico está orientado. Presenta algunas vetas de óxidos de hierro y abundante fracción limo arcillosa. Se encuentra glauconita y bastantes fósiles, como "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
34,28	3,23	1,43	0,59	33,04	0,29	0,66	-	21,93

TiO₂ menor de 0,16 %

P.P.C. 21,93

CO₂ 20,77

CO₃Ca (deduc. del CO₂) . 47,22

CO₃Ca (deduc. del CaO) . 59

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El CO₃Ca deducido del CaO supera al deducido del CO₂, luego debe de haber óxido de calcio en forma de minerales como plagioclasas, que no se han podido ver al microscopio, ya que la fracción ligera está formada de alteritas.

La sílice, debe estar en forma de cuarzo en la fracción arena y también pasar a la arcilla.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga arenosa, formada de carbonatos, en alto porcentaje, y arena gruesa, bastante limo-arcilla y arena fina. La fracción arenosa formada casi toda de minerales ligeros.

Roca escasísima en minerales pesados transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125, biotitas, distenas y granates. Los minerales opacos escasos, se acumulan en la fracción mediana y menor, presentan formas angulares, son fundamentalmente sideritas, algunas illmenitas, limonita y leucoxeno. Se ve que los pesados en su mayor parte son inestables. Gran cantidad de alteritas, acumulándose en la fracción mediana y menor.

La fracción ligera formada en su totalidad de alteritas, del estudio hecho en ellas, se dedujo, que eran agregados de cuarzo, pero lo que no se pudo identificar fueron los feldespatos.

Del estudio en lámina delgada deducimos, que era una marga arenosa, con algo de material detrítico, cuarzo, y cristales de calcita. Se observan algunos filoncillos de calcita, abundante fracción limo-arcillosa. Se encontraron "Globigerinas".

En cuanto al análisis químico, posibilidad de que existan plagioclasas, que no han sido identificadas al microscopio. La sílice debe de estar en forma de cuarzo en la fracción arcilla y en la fracción arena.

En resumen:

Marga arenosa, por los minerales pesados parece inmadura (pero son tan pocos los que aparecen que no es seguro). En cuanto al transporte no se puede decir nada. La alteración debe de haber existido dado la cantidad de alteritas, que hay.

L. FUENTERRABIA.11

DESCRIPCION DE VISU:

Arenisca calcárea formada de zonas de distinto color, una gris oscura y otra parda rojiza, grano de medio a fino, compacta con algunas laminillas de micas pegadas a la superficie, tiene zonas la roca con estratificación.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Micas, calcita y minerales opacos. Tiene aspecto granular.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	43,19 %
	Arena fina	36,36 %
	Limo y arcilla	20,45 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	24,64 %
	Arena fina	20,74 %
	Limo y arcilla	11,67 %
	Carbonatos	42,95 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 42,95 %

ARENA LIMPIA: 37,69 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	2,77 %
Entre 0,250-0,125	43,58 %
Menor de 0,125	53,65 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0 %
	Ligera	100 %
0,250-0,125:	Pesada	1,12 %
	Ligera	98,88 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,70 %
	Ligera	99,30 %

DISCUSION:

Arenisca calcárea. El tanto por ciento de carbonatos y arena limpia está bastante igualado. La fracción arena se acumula en la fracción mediana y en la menor sobre todo en ésta. En cuanto a las fracciones pesadas y ligeras se observa claramente que esta muestra en sus tres fracciones está formada por fracción ligera en su mayor parte. En cuanto al análisis mecánico, se ve que está formada de arena y carbonatos, poco limo y arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Opacos de alteración	-	13	86
Opacos naturales . . .	-	3	5
Alteritas	-	10	246
Turmalinas	-	1	19
Circones	-	1	117
Moscovitas	-	4	11
Biotitas	-	1	-
Rutilos	-	-	14
Glauconitas	-	-	6
Monacitas	-	-	4
Titanitas	-	-	2
Anatasas	-	-	9
Estaurolitas	-	-	2
Granates	-	1	9
Distenas	-	-	2
Epidotas	-	-	5



Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No contiene minerales pesados.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escasos minerales. Dominando las alteritas y opacos aunque en escaso número. Las alteritas son como agregados unidos por arcilla, no han podido ser identificadas. Los opacos naturales son angulares. Los opacos de alteración, 3 leucoxenos angulares, 8 sideritas subangulares, 1 illmenita, subangular, y 1 limonita.

Escasos transparentes, dominan las micas, la turmalina con pleocroismo de amarillo verdoso a verde negruzca es prismática, el granate incoloro, el circón pequeño y rodado.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

En esta fracción se han contado 200 transparentes, gran cantidad de alteritas y bastantes opacos. Las alteritas iguales a las de la fracción anterior, los opacos, 21 son sideritas angulares, 30 leucoxenos subangulares y angulares, 14 illmenitas subangulares y subrodadas, 20 limonitas subangulares y por último uno azul inidentificado, los opacos naturales, escasos y subangulares.

En cuanto a los transparentes, dominio de los circones, variadísimos de formas y grado de limpieza, los hay angulares rodados, subrodados, los hay incoloros y en negrecidos. Bastantes minerales de titano, los rutilos, amarillos y hay una macla en codo perfecta, las anatasas tabulares, amarillas y azules, las titanitas tabulares, Las turmalinas muy variadas de colores, 3 prismáticas de amarilla a negra, 1 amarilla, 4 angulares incoloras a verde, 3 amarillas a marrón, forma prismática, 1 angular bicolor verde parda, 2 prismáticas de incolora a marrón, 1 prismática de verde a negra, 2 angulares de amarilla a marrón rojiza, 2 angulares bicolores amarillas pardas. Existen bastantes granates incoloros y amarillos, y bastantes glauconitas. Las estaurolitas astilladas, las distenas incoloras, las monacitas amarillas. Las micas laminares, con extinción unas ondulante y otras completa.

ASOCIACIONES:

En la mayor y mediana no se pueden establecer.

En la menor de 0,125:

Circones.

Minerales de titano.

Turmalinas.

DISCUSION:

Se acumulan los minerales transparentes en la fracción menor de 0,125, siendo escasos en la mediana y no existen en la menor. Los minerales más importantes son los circones, anatasas y rutilos y turmalinas. Así mismo los opacos y alteritas se acumulan en la fracción menor, los opacos más abundantes son las sideritas, leucóxenos y limonitas, algunas illmenitas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables	86 %
Minerales inestables	14 %
Bastante madura	

Este índice se ha calculado considerando solo la fracción menor de 0,125, ya que en la mediana son escasos los minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzos	96	87	85
Feldespatos K	-	-	3
Feldespatos Ca-Na.	-	-	6
Agreg. cuarzo-F.K.	3	8	6
Agreg. cuarzo-F.Ca-Na	-	5	-
Moscovitas	1	-	-

Estudio de la fracción ligera:

En la fracción mayor de 0,250 mm, el cuarzo se presenta casi todo en agregados, excepto dos limpiísimos agregados en mosaico, el resto de los agregados recubiertos de una pátina marrón negruzca. Los agregados de cuarzo y feldespatos, el cuarzo está en forma de agregados.

La fracción comprendida entre 0,250 mm y 0,125 mm, presenta igualmente el cuarzo en agregados sucios, y los agregados de cuarzos y feldespatos están a su vez el cuarzo en agregados.

En la fracción menor de 0,125 mm solo 14 de los cuarzos contados se encuentran aislados, el resto en agregados, así como el cuarzo que está asociado a los feldespatos, más limpios que el resto de las fracciones.

RELACIONES:

En la mediana y en la mayor no se pueden establecer.

En la menor de 0,125 mm.: $\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{85}{9} = 9,44$

$$\frac{\text{feldesp. K.}}{\text{feld. Ca-Na}} = \frac{3}{6} = 0,50$$

DISCUSION:

Formada la fracción ligera prácticamente por cuarzo. Disminuye en cantidad al disminuir el tamaño de la fracción, ya que así mismo aumenta el número de feldespatos. El cuarzo se presenta en agregados, que aparecen más limpios al disminuir tamaño fracción, así mismo aparecen más aislados. El cuarzo de los agregados es anguloso.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 3,14.$$

La cantidad de feldespato aislado en esta roca no es alta, pero existe bastante agregado con el cuarzo lo que posiblemente indique que el transporte en esta roca ha sido rápido y corto.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca calcárea. Formada de carbonatos y arena, algo de fracción limo-arcillosa. La fracción arenosa, más o menos igual cantidad de arena gruesa que de arena fina. La arena formada casi toda de minerales ligeros.

Los minerales pesados se acumulan en la fracción menor de 0,125, se pudieron contar hasta 200. Dominan los circones, acompañados de minerales de titano y turmalinas.

Se encontraron algunos minerales de metamorfismo y muy interesante las glauconitas encontradas, y algunas moscovitas. En general los granos prismáticos y angulares, solo algunos circones son rodados. Las turmalinas en general son amarillas y marrones. Más minerales estables que inestables en esta muestra, luego es una roca bastante madura. Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125 y las alteritas igualmente. Los opacos son, sideritas, limonitas, leucoxenos e ilmenitas, angulares y subangulares, algunos subrodados.

La fracción ligera, formada en su mayor parte por cuarzo, se presenta en general en agregados. Se contaron algunos feldespatos, acumulándose fundamentalmente en la fracción menor de 0,125 y en la mediana, hay feldespatos K y feldespatos calco-sódicos, las micas son escasas. La cantidad de cuarzo disminuye al disminuir el tamaño de la fracción, ya que el número de feldespatos aumenta. Es posible que el transporte sufrido por esta roca haya sido rápido y corto, dada la cantidad de feldespatos existentes.

En lámina delgada se vió claramente, los granos de cuarzo angulares, algo de chert, calcedonia, minerales opacos, glauconita, cristales y filoncillos de calcita. Se vieron también micas, y mucha cantidad de fracción limo-arcillosa. Interesante la existencia de fósiles como, "Globigerinas y Orbulinas", y espículas de esponjas.

En resumen:

Arenisca calcárea, bastante madura, que debe de haber sufrido un transporte corto y rápido apoyado por la angulosidad de los granos. La alteración debe haber existido, ya que hay bastantes alteritas y los minerales pesados se acumulan en la fracción menor de 0,125 mm.

M. FUENTERRABIA.12DESCRIPCION DE VISU:

Marga gris clara, fractura concoide, bastante pesada, dura y compacta.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se ve calcita en la superficie de la roca.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa . . .	0,34 %
	Arena fina . . .	7,84 %
	Limo y arcilla . .	91,82 %
Con carbonatos:	Arena gruesa . . .	0,14 %
	Arena fina . . .	3,17 %
	Limo y arcilla . .	37,18 %
	Carbonatos . . .	59,51 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 59,51 %

ARENA LIMPIA: 15,43 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	3,76 %
Entre 0,250-0,125	66,56 %
Menor de 0,125	29,68 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente
	Ligera	todo ligera
0,250-0,125:	Pesada	0,93 %
	Ligera	99,07 %
Menor de 0,125:	Pesada	1,81 %
	Ligera	98,19 %

DISCUSION:

Marga. Alto contenido en carbonato cálcico y escasa cantidad de arena, acumulándose ésta fundamentalmente en la fracción mediana.

Por lo que respecta a la fracción pesada y ligera, esta es la que aparece en gran cantidad en todas las fracciones. En cuanto al análisis mecánico, se observa formada de carbonatos y limo-arcilla, escasa arena.

MINERALES PESADOS .

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	2	54	83
Opacos de alteración	2	59	42
Opacos naturales .	-	-	3
Circones	-	-	3
Turmalinas . . .	-	-	1
Moscovitas . . .	-	-	1

Estudio de los minerales pesados:

En la fracción mayor y mediana no existen minerales transparentes, y en la menor escasísimos, los circones angulares y uno bipiramidal, la turmalina amarilla clara, y la mica, moscovita laminar.

Las alteritas aumentan en número al disminuir el tamaño de la fracción, no se han podido identificar ya que

son como agregados unidos por arcilla. Los opacos se acumulan en la mediana y menor, siendo sideritas en la fracción mayor de 0,250 y en la comprendida entre 0,250-0,125. En la menor de 0,125, 33 son sideritas, 7 leucoxenos y 2 illmenitas, todos subangulares. Opacos naturales solo existen en la fracción menor y son angulares.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer por el escasísimo número de minerales transparentes.

DISCUSION:

Escasísimos transparentes, los pocos que hay se acumulan en la fracción menor. Bastantes alteritas y opacos que forman la fracción mediana y menor.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular, pues esta muestra es pobre en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

Alteritas iguales a las de la pesada. Según disminuye el tamaño de la fracción abundan las más limpias.

RELACIONES:

No se pueden establecer no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con dispersante y ClH en caliente, se ha observado luego al microscopio, viéndose las alteritas muy limpias, formando como agregados microcristalinos de cuarzo, unidos seguramente por sílice. Lo que enmascaraba los granos debía ser, carbonatos, pues con el ClH, daban mucha efervescencia, y arcilla pues al tratar con dispersante se iba bastante muestra, también debía haber algo de hierro, pues quedaba en la cápsula, un residuo amarillento de cloruro férrico seguramente.

DISCUSION:

Formada esta fracción en su totalidad por cuarzo en agregados microcristalinos unidos posiblemente por sílice.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer ya que no hay feldespatos, o si los hay, puede ser que estén en las alteritas y por tanto no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga. Roca bandeada de zonas oscuras posiblemente zonas arcillosas, y zonas claras de microcristales de calcita, filoncillos y cristales de calcita. Fósiles, "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
25,27	3,02	1,38	0,67	39,20	0,32	0,72	-	31,60

TiO₂ menor de 0,16 %

P.P.C.	31,60
CO ₂	26,18
CO ₃ Ca (deduc. del CO ₂) .	59,51
CO ₃ Ca (deduc. del CaO) .	70

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El CO₃Ca deducido del CaO supera en bastante al deducido del CO₂. Es posible que el óxido de calcio esté formando plagioclasas, que no han sido observadas ya que la fracción ligera está formada por alteritas.

La sílice, es muy posible que parte esté en la fracción arena y la mayor parte en la fracción arcillosa.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga, formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa, escasísima fracción arena, la que hay es fina y formada en su mayor parte de minerales ligeros.

Escasísimos minerales pesados transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125, circones, turmalin

na y moscovita, angulares, la turmalina amarilla. Los minerales opacos se acumulan en la fracción 0,250-0,125 y en la menor de 0,125, las alteritas, se acumulan al igual que los circones pero en mayor cantidad en la fracción menor. Los opacos son fundamentalmente sideritas, y algunos leucocenos e illmenitas, de formas subangulares. El índice de madurez de esta roca no se ha podido establecer dada la escasez de minerales pesados transparentes, pero se ve que abundan más los estables.

La fracción ligera formada en su totalidad de alteritas, que según se vió, por posteriores tratamientos realizados en la roca, son agregados de cuarzo, lo que no se pudo identificar fueron los feldespatos si los hay.

Del estudio en lámina delgada se dedujo, que esta roca está formada por calcita microcristalina (bandas claras de la roca) y fracción limo-arcillosa (zonas oscuras de la roca), se pudo ver algunos filoncillos de calcita y cristales y algunas "Globigerinas".

El análisis químico, nos permitió deducir, la posibilidad de que existan plagioclasas, que como anteriormente dijimos al microscopio no han podido ser identificadas, y cuarzo en la arena, aunque la mayor parte debe de haber pasado a la fracción arcillosa.

En resumen:

Marga, formada de carbonatos y limo-arcilla.

N. FUENTERRABIA.13DESCRIPCION DE VISU:

Roca gris, compacta, masiva, bastante dura, con algunas zonas blancas, fractura concoide, grano fino.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se observa en su superficie calcita, en polvo los granos rotos y pequeños.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	9,45 %
	Arena fina	10,53 %
	Limo y arcilla	80,02 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	4,07 %
	Arena fina	4,53 %
	Limo y arcilla	34,45 %
	Carbonatos	56,95 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 56,95 %

ARENA LIMPIA: 17,18 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	3,12 %
Entre 0,250-0,125	60,08 %
Menor de 0,125	36,80 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	1,62 %
	Ligera	98,38 %
0,250-0,125:	Pesada	1,53 %
	Ligera	98,47 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,73 %
	Ligera	99,27 %

DISCUSION:

Marga. La cantidad de carbonato cálcico es elevada, escasa cantidad de arena, acumulándose fundamentalmente en la fracción mediana. La fracción ligera es la que casi forma la muestra en sus tres fracciones. En cuanto al análisis mecánico, se ve que está formada de carbonatos y limo-arcilla, con algo de arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm,	Menor de 0,125 mm
Alteritas	18	396	31
Opacos de alteración	2	19	11
Opacos naturales	2	7	4
Biotita	1	-	-
Granate	2	-	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Casi no existen minerales transparentes. La biotita es laminar marrón rojiza y los granates incoloros. Las alteritas no han podido ser identificadas; son como agregados unidos por arcilla. Los opacos de alteración son

escasísimos: un leucoxeno y una ilmenita. Los opacos naturales, igualmente escasos, y con formas subangulares.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

No existen minerales transparentes. Prácticamente toda la fracción formada de alteritas del mismo tipo que las anteriores. Escasos opacos de alteración, nueve sideritas subangulares, siete illmenitas subangulares, tres limonitas rodadas. Los escasos opacos naturales que existen son subangulares.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Alteritas iguales a las de las fracciones anteriores, poco abundantes. Opacos de alteración escasos, nueve illmenitas subangulares, una siderita subrodada y un leucoxeno. Opacos naturales escasos angulares y subangulares.

ASOCIACIONES:

No se pueden establecer, pues no hay casi minerales transparentes.

DISCUSION:

Acumulación de alteritas en la fracción mediana, formando casi el total de ésta. Los opacos de alteración aunque escasos se acumulan en la mediana y en la menor. Y los opacos naturales en la mediana. Solo existen tres especies transparentes en la mayor.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular por ser muy pobre en ellos.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

Solo hay alteritas, siendo iguales las de las tres fracciones, haciéndose más limpias cuanto más pequeño

es el tamaño de la fracción. Son marrones muy oscuras con cierto espesor, al cruzar nícoles se ve algún cristal de cuarzo entre la masa de alteritas.

RELACIONES:

No hay feldespatos, luego no se pueden establecer.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con ClH diluido y dispersante en caliente. Las alteritas se siguen viendo pero mucho más limpias. Al cruzar los nícoles se observan que son agregados microcristalinos de cuarzo unidos por sílice seguramente. Lo que enmascaraba los granos debía ser carbonato cálcico y arcilla, sobre todo aquel, ya que al tratar con ClH daba la muestra mucha efervescencia y al tratar con dispersante el líquido se enturbiaba. También debía tener algo de hierro ya que al lavar la muestra el agua quedaba algo amarilla, debido seguramente a la formación de cloruro férrico.

DISCUSION:

Formada toda la muestra en sus tres fracciones por alteritas, que según se estudiaron posteriormente son

agregados microcristalinos de cuarzo unidos por sílice.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No ha podido ser establecida ya que no existen feldespatos, o si existen, es en las alteritas y por tanto no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga. Roca bandeada a zonas claras y oscuras, las claras deben ser microcristales de calcita y las oscuras tal vez sea material arcilloso. Hay una zona en que hay bastantes cristales de calcita y cuarzo angular, unido todo por calcita microcristalina y arcilla. Hay filoncillos de calcita y posibles fósiles, "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	NgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
27,85	3,02	1,28	0,64	38,08	0,26	0,60	-	31,96

TiO₂ menor de 0,16 %

P.P.C.	31,96
CO ₂	25,47
CO ₃ Ca (deduc. del CO ₂) .	57,90
CO ₃ Ca (deduc. del CaO) .	68

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El CO₃Ca deducido del CaO sobrepasa al deducido del CO₂, luego debe haber CaO formando minerales como las plagioclasas, pero que no han podido ser identificadas ya que la fracción ligera está formada de alteritas.

La sílice debe estar en forma de cuarzo, en la arena y en la fracción arcillosa.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga, formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa, escasa arena fina y gruesa, la arena se encuentra en su mayor parte formada de minerales ligeros.

Escasísimos minerales pesados transparentes, se acumulan en la fracción mayor de 0,250, biotita y granate,

Escasos minerales opacos, se acumulan en la fracción media na y menor, son subangulares y subrodados, sideritas, illmenitas y limonitas, algún leucoxeno. La fracción pesada está formada por más minerales estables que inestables. Gran cantidad de alteritas, acumulándose en la fracción mediana fundamentalmente.

La fracción ligera formada casi en su totalidad de alteritas. Del estudio de dichas alteritas se dedujo que eran agregados de cuarzo, no se pudieron identificar feldespatos.

Por el estudio en lámina delgada se vió que esta roca está formada de zonas claras, microcristales de calcita y zonas oscuras, fracción limo-arcillosa, dispersos en la lámina aparecen cristales de cuarzo angular y de calcita, así como fósiles "Globigerinas".

El análisis químico, nos permitió deducir la posibilidad de que existan plagioclasas aunque no han podido ser identificadas y cuarzo.

En resumen:

Marga, formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa.

Ñ. FUENTERRABIA.14

DESCRIPCION DE VISU:

Color gris, compacta, masiva y bastante pesada, en la parte inferior de la roca y en la superior presenta estratificación horizontal. Algunas zonas pardas tal vez de oxidación.

DESCRIPCION A LA LAUPA BINOCULAR:

Lo único que se observa son laminillas de calcita en la superficie de la roca.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	24,72 %
	Arena fina	21,17 %
	Limo y arcilla	54,11 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	11,19 %
	Arena fina	9,58 %
	Limo y arcilla	24,49 %
	Carbonatos	54,74 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 54,74 %

ARENA LIMPIA: 22,34 %



FACULTAD CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	2,52 %
Entre 0,250-0,125	73,50 %
Menor de 0,125	23,98 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente
	Ligera	todo ligera
0,250-0,125:	Pesada	0,30 %
	Ligera	99,70 %
Menor de 0,125:	Pesada	5,13 %
	Ligera	94,87 %

DISCUSION:

Marga arenosa. Alto contenido en carbonatos y poca cantidad de arena, acumulándose ésta en la fracción mediana. Por lo que respecta a las fracciones pesada y ligera, prácticamente todo es ligera, aunque en la menor existe bastante cantidad de fracción pesada. En cuanto al análisis mecánico, roca formada de carbonatos, limo-arcilla con bastante arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	9	40	71
Opacos de alteración	4	7	15
Opacos naturales .	-	4	-
Turmalina	-	-	6
Circón	-	-	1
Moscovita	-	-	7
Clorita	-	-	3
Biotita	-	1	-
Glaucionita	-	-	2
Dolomita	-	2	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Escasa en minerales pesados. No hay transparentes. Las alteritas no han podido ser identificadas; son como agregados unidos por arcilla. Opacos de alteración, una siderita y tres illmenitas. Todos subangulares.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Escasísimos minerales transparentes, solo una biotita laminar roja y dos dolomitas. Las alteritas son abundantes y del mismo tipo que las de la fracción anterior. Los opacos de alteración son, dos sideritas subangulares, tres illmenitas subangulares y dos illmeno-rutílos. Los opacos naturales, subangulares.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Escasos minerales transparentes, pero algunos más que en la otra fracción. Micas laminares, turmalinas verdes, marrones y amarillas, y las glauconitas, pequeñas verdes.

Las alteritas muy abundantes en esta fracción; del mismo tipo que en las fracciones anteriores. Escasos opacos de alteración, diez sideritas subangulares, dos leucoxenos, dos illmenitas.

ASOCIACIONES:

No se puede establecer porque hay muy pocos minerales pesados transparentes.

DISCUSION:

Existen muy pocos minerales transparentes, siendo las micas las únicas especies que se encuentran en cantidad algo apreciable. Es interesante la existencia de dos dolomitas en la fracción mediana, aunque sea en pequeña cantidad, y las dos glauconitas de la fracción menor.

Las alteritas aumentan en cantidad al disminuir el tamaño de la fracción, al igual que los opacos, siendo estos últimos fundamentalmente siderita.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular, por ser pobre en especies minerales pesadas transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

Las alteritas, son de tipo laminar, marrón oscuras, moteadas y al cruzar nicoles, dan como agregados de microcristales, según disminuye el tamaño de la fracción van apareciendo más limpias.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con ClH, diluido y dispersante, ambos en caliente.

Una vez realizado el tratamiento se han observado al microscopio: Se ven alteritas pero mucho más limpias, son agregados microcristalinos de cuarzos cementados por

sílice, viéndose algún cristal aislado de cuarzo y alguno unido a las mismas alteritas.

El material que enturbiaba los granos debía ser carbonato cálcico, pues al tratar la muestra con ClH , daba mucha efervescencia, también debía ser arcilla, pues al tratar con dispersante, el agua estaba muy turbia. Por otra parte, quedaba un residuo en el agua amarillento, lo que nos hace pensar en que hubiera algo de hierro, pues el residuo debe ser cloruro férrico.

DISCUSION:

Formada esta fracción en su totalidad por agregados microcristalinos de cuarzo, cementados por sílice, posiblemente.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No ha podido ser establecida, ya que no existen feldespatos, o si los hay es en las alteritas y por tanto no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Roca de grano muy fino, con dos zonas de distinto color, una clara, que parece microcristales de calcita y otra oscura, de acumulación de material arcilloso. Fíloncillos de calcita. Se encuentran fósiles, "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
28,92	3,02	1,43	0,64	37,10	0,24	0,66	-	28,27

TiO₂ menor de 0,16 %

P.P.C. 28,27

CO₂ 24,08

CO₃Ca (deduc. del CO₂) . 54,74

CO₃Ca (deduc. del CaO) . 66,25

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El carbonato cálcico deducido del CaO supera al deducido del CO₂, luego debe de haber en forma de minerales como plagioclasas; ahora bien en la fracción ligera no se han observado pues está toda formada de alteritas.

Debido a la existencia de dolomitas en la fracción arena, es posible que quede algo de carbonato que no se combine con el calcio, sino con el Mg y forma las dolomitas.

La sílice, debe estar en forma de cuarzo en la fracción arena y en la fracción arcilla.

DISCUSION GENERAL

Marga arenosa, formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa, bastante cantidad de arena, gruesa y finas, la fracción arena formada en su mayor parte de minerales ligeros.

Los minerales pesados se acumulan en la fracción menor de 0,125, algo de biotita y dolomita en la fracción mediana, en la fracción menor el mineral dominante son las micas (moscovita y clorita) y las turmalinas, algo de circon y muy interesante la existencia de glauconita, aunque en pequeña cantidad. Las turmalinas son verdes, amarillas y marrones. Se observa que dominan los minerales inestables sobre los estables. Los minerales opacos son escasos y se

acumulan en la fracción menor de 0,125, son angulares siendo fundamentalmente sideritas, algunas illmenitas y leucoxenos. Las alteritas abundantes en la fracción media na y menor.

La fracción ligera formada en su mayor parte de alteritas, que por estudios posteriores se vieron que eran agregados de cuarzo, ahora bien no se pudieron identificar feldespatos.

En cuanto al estudio en lámina delgada; roca con zonas claras (microcristales de calcita) y zonas oscuras de fracción limo-arcillosa, se encontraron filoncillos de calcita y algunos fósiles como "Globigerinas".

El análisis químico, nos permitió deducir, la posibilidad de que existan plagioclasas, no identificadas al microscopio, dolomitas, en la fracción pesada y cuarzo en la fracción arena y en la arcilla.

En resumen:

Marga arenosa, formada de carbonatos, fracción limo-arcilla y arena. Posiblemente roca algo inmadura, debido al dominio de minerales inestables de la fracción pesada sobre los estables.

O. FUENTERRABIA.15

DESCRIPCION DE VISU:

Roca veteadada a colores, de pardo rojizo a gris, aspecto algo granudo, pesada, compacta, dura y masiva, presenta en realidad algo de estratificación horizontal, grano de medio a fino, parece tener en superficie calcita.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

En superficie se ven opacos, calcita y micas.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	36,14 %
	Arena fina	40,02 %
	Limo y arcilla	23,84 %

Con carbonatos:	Arena gruesa	.	.	.	.	19,66 %
	Arena fina	.	.	.	.	21,77 %
	Limo y arcilla	.	.	.	.	12,97 %
	Carbonatos	.	.	.	.	45,60 %

CARBONATO EN ROCA TOTAL: 45,60 %

ARENA LIMPIA: 34,84 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	.	.	.	.	.	2,96 %
Entre 0,250-0,125	.	.	.	.	.	39,69 %
Menor de 0,125	.	.	.	.	.	57,35 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	.	.	.	.	prácticamente
	Ligera	.	.	.	.	toda ligera
0,250-0,125:	Pesada	.	.	.	.	0,27 %
	Ligera	.	.	.	.	99,73 %
Menor de 0,125:	Pesada	.	.	.	.	0,35 %
	Ligera	.	.	.	.	99,65 %

DISCUSION:

Marga arenosa. Bastante carbonato cálcico, así como de arena limpia. Se acumula la arena en la fracción menor de 0,125 existiendo en bastante cantidad en la mediana. Por lo que se refiere a la fracción pesada y ligera, se encuentra formada la muestra en sus tres fracciones prácticamente por fracción ligera. En cuanto al análisis mecánico, roca formada de carbonatos y arena con algo de limo-arcilla.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	5	7	56
Opacos de alteración	9	4	68
Opacos naturales .	5	4	5
Turmalinas	-	6	51
Circones	-	1	98
Moscovitas	-	-	19
Biotitas	1	1	-
Glauc onitas	-	-	3
Granates	-	-	8
Estauro litas	-	-	1
Distenas	-	-	1
Epidotas	-	-	4
Rutilos	-	-	6
Anatrsas	-	-	4
Broquitas	-	-	4
Titanitas	-	-	1
Dolomitas	2	-	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Las alteritas son agregados unidos por arcilla inidentificables. Los opacos naturales son angulares pequeños. Los opacos de alteración, 4 son rojos terrosos tal vez sean sideritas, subangulares con tendencia angular, 3 grises (illmenitas) y 2 blancos de aspecto algodinosos (leucoxeno). La biotita rojiza y la dolomita algo dudosa.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Las alteritas iguales a las de la fracción anterior. Los opacos de alteración son rojos terrosos, subangulares dentados (sideritas). Los opacos naturales subangulares dentados. Los minerales transparentes son muy escasos en esta fracción, las turmalinas son amarillas y una de ellas verde el borde y marrón el interior, las amarillas tienen el pleocroismo a verde. El circón es prismático y la biotita laminar roja. Las turmalinas amarillas son subrodadas y la bicolor es angular.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Las alteritas son del mismo tipo que las de la fracción anterior, aún más limpias. Los opacos naturales son grandes. Los opacos de alteración: 42 son limonitas,

angulares y subangulares, 11 rojos subangulares, posibles sideritas y 15 blancos brillantes subangulares y subrodados, posibles leucoxenos. El número de minerales transparentes en esta fracción es enorme se contaron hasta 400 granos pero se redujeron a 200.

Las turmalinas variadísimas de colores y pleocroismos:

- 1 marrón verdosa a negra, subangular.
- 1 subangular, marrón negra.
- 2 subangulares, amarilla a marrón.
- 11 prismáticas, de incoloras amarillentas a amarillas marrones muy oscuras.
- 9 prismáticas y angulares de incoloras amarillentas a marrón muy rojas.
- 2 prismáticas, incoloras.
- 5 prismáticas, incoloras amarillentas a verdes, limpiísimas.
- 4 subangulares, bicolores marrón rojizas.
- 1 tricolor, angular, amarilla, marrón y verde.
- 1 angular, amarilla.
- 8 angular, incoloras amarillentas a verdes pardas.
- 1 angular, verde, sin pleocroismo.
- 1 rodada, verde negruzca.
- 4 angulares, verdes y pardas (bicolores).

Por lo que se refiere a los circones, son variadísimos de tamaños y formas desde muy angulares hasta bastante rodados, muy limpios, algunos pero pocos con los bordes negrísimos y algunos muy impurificados.

Las micas son moscovitas, en láminas grandes.

Los granates incoloros, angulares y subangulares.

Los rutilos unos rojizos y otros amarillentos, las anatasas son tabulares, amarillas, excepto, una azul y otra incolora. La titanita amarilla. Las broquitas, amarillas preciosas acanaladas. Las estaurolitas y distenas angulares, las epidotas amarillas muy claras.

ASOCIACIONES:

Solo se puede hablar de asociaciones en la menor de 0,125:

Circones.

Turmalinas.

Micas.

DISCUSION:

Escasas alteritas y opacos, acumulándose en la fracción menor. Las alteritas son del mismo tipo en las tres fracciones, son como agregados minerales unidos por arcilla, no ha sido posible su identificación. Los opacos son, sideritas, limonitas, y algunos leucoxenos, abundan fundamentalmente las limonitas, alguna illmenita, presentando todos ellos formas subangulares y subrodadas.

Los minerales transparentes se acumulan en la fracción menor en las otras dos fracciones casi no existen minerales transparentes. El mineral dominante en la menor es el circón; de todas las formas, siguiéndole en importancia las turmalinas, en general angulares y de todos los colores. Se encuentran bastantes moscovitas. Los minerales de metamorfismo y de titano, se encuentran en pequeña cantidad. Interesante la aparición de glauconitas, aunque es casas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . .	86 %
Minerales inestables . . .	14 %
Roca bastante madura.	

Este índice se ha calculado en la fracción menor de 0,125, ya que en la fracción mediana son escasísimos los minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	40	20	-
Cuarzos	60	78	86
Feldespatos K	-	-	4
Agreg. cuarzo-feld.K .	-	2	3
Agreg. cuarzo-feld.Ca-Na	-	-	6
Moscovitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

El cuarzo se presenta muy impurificado y en agregados de pequeños cristales muy rotos, semirecubiertos de una pátina marrón negruzca. Las alteritas deben ser los mismos agregados de cuarzo, solo que más impurificados.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Los cuarzos en agregados y las alteritas iguales a las de la fracción anterior. Los agregados de cuarzo y feldespato, a su vez el cuarzo está en agregados.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Más limpia que las anteriores fracciones. Los feldespatos presentan su superficie rayada y las puntas romas, hay catorce cuarzos aislados y catorce agregados en mosaico. El resto son agregados normales.

RELACIONES:

En la fracción mayor y mediana no se pueden establecer.

En la menor de 0,125: cuarzo/feldespatos = $= 86/4 = 21,50$. En esta misma fracción no se pueden establecer relaciones entre feldespatos, pues no aparecen calco-sódicos.

DISCUSION:

Prácticamente formadas las tres fracciones por cuarzo, bien en agregados o bien individualizados, apareciendo más limpios en las fracciones de menor tamaño. Se acumulan los feldespatos en la fracción menor, presentándose agregados con cuarzo o bien aislados. Es en esta fracción donde hay más feldespatos.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 7,16$$

La cantidad de feldespatos aislados en esta muestra es escasa, pero hay bastantes agregados con cuarzo y puede ser que en las alteritas existan, pero no han podido ser identificados. Parece ser que esta muestra ha sufrido un transporte corto y rápido.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga arenosa. Roca formada de granos detríticos de cuarzo angular y subangular, filoncillos y cristales de calcita, glauconita, moscovita, minerales opacos, algo de calcedonia y posibles restos orgánicos con forma acicular. El material más fino, formado de microcristales de calcita y arcilla y limo. Se encuentran fósiles, "Globigerinas".

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga arenosa, formada de carbonatos y arena y algo de fracción limo-arcillosa. La arena formada en su mayor parte de minerales pesados.

Acumulación de los minerales pesados transparentes en la fracción menor de 0,125, en las otras dos frac-

ciones casi no existen, interesante que en las otras fracciones aunque son escasas hay biotitas. En la menor de 0,125, dominan los circones, y las turmalinas, hay bastantes moscovitas, minerales de titano (rutilos, anatasas, broquitas y titanitas) minerales de metamorfismo, interesante la existencia de glauconitas, aunque en número escaso. Las turmalinas en general angulares, subangulares y prismáticas, algunas subrodadas, los circones variadísimos de formas, algunos subrodados. Los opacos, subangulares y subrodados, son fundamentalmente limonitas, algunas sideritas, y leucóxenos. Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125. Los granos transparentes en general son angulares y son más abundantes los minerales estables que los inestables, luego esta roca es bastante madura. Las alteritas aunque no son abundantes se acumulan en la fracción menor de 0,125.

En cuanto a los minerales ligeros, esta fracción está formada de cuarzo y alteritas. Las alteritas se vio que eran cuarzoes agregados impurificados, que se van limpiándose en las fracciones menores. Existen feldespatos potásicos y calcosódicos acumulándose en la fracción menor de 0,125. Las micas son escasas, fundamentalmente moscovitas. La existencia de feldespatos aunque no sean muy abundantes, parecen indicar un transporte corto y rápido.

Por el estudio en lámina delgada se deduce, que es una marga, que tiene bastante fracción detrítica, cuarzo angular y subangular, cristales de calcita, glauconita,

minerales opacos, algo de calcita, Hay bastante material fino, microcristales de calcita y fracción limo-arcillosa. Se encontraron fósiles, "Globigerinas".

En resumen:

Marga arenosa, bastante madura, parece haber sufrido un transporte rápido y corto, y parece que ha sufrido alteración, pues, los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, existen algunas alteritas en la fracción pesada.

P. FUENTERRABIA.16DESCRIPCION DE VISU:

Marga gris clara, dura, compacta y masiva, fractura concoide.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se observa claramente calcita en la superficie.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:		Con carbonatos:	
Arena gruesa . .	0,25 %	Arena gruesa . .	0,11 %
Arena fina . .	3,72 %	Arena fina . .	1,60 %
Limo y arcilla . .	96,03 %	Limo y arcilla . .	41,33 %
		Carbonatos . .	56,96 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 56,96 %

ARENA LIMPIA: 12,33 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	5,80 %
Entre 0,250-0,125	70,77 %
Menor de 0,125	23,43 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	1,63 %
	Ligera	98,37 %
0,250-0,125:	Pesada	1,26 %
	Ligera	98,74 %
Menor de 0,125:	Pesada	7,19 %
	Ligera	92,81 %

DISCUSION:

Marga. Alto contenido en carbonatos, escasa cantidad de arena limpia. Se acumula la arena limpia en la

fracción comprendida entre 0,250-0,125. Por lo que se refiere a las fracciones pesadas y ligeras, esta es prácticamente la que forma la muestra, aunque, en la fracción menor de 0,125 la fracción pesada esté en alto porcentaje. En cuanto al análisis mecánico, esta roca está formada de carbonatos y limo-arcilla, con escasa cantidad de arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	27	540	350
Opacos de alteración	10	7	126
Opacos naturales .	6	1	16
Moscovitas	3	-	38
Cloritas	-	-	5
Biotitas	1	-	5
Turmalinas	1	4	36
Circones	1	5	32
Glaucónitas	-	-	2
Dolomitas	-	3	5
Granates	-	-	4
Rutilos	-	-	4
Estauroalitas	-	-	1
Anatásas	-	1	2
Epidotas	-	1	-

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Las alteritas son agregados no identificados, unidos por arcilla.

Los opacos de alteración: 7 son grises (illmenitas), 1 pardo amarillento ocreado (limonita), 1 gris blanquecino (illmenita), 1 rojo (siderita), todos son subangulares.

Los opacos naturales son angulares.

La turmalina amarilla marrón. La biotita roja.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Las alteritas iguales que las de la fracción anterior, dominando en esta fracción aquella que tiene la superficie muy sucia.

Los opacos de alteración: 4 grises (illmenita), 1 rojo moteado dorado no identificado y 2 rojos terrosos (sideritas), todos subangulares. Los opacos naturales son subangulares.

Los circones subangulares y pequeños. La anatasa amarilla. Las turmalinas 2 verdes pequeñas angulares, 1 marrón angular, 1 incolora a marrón angular.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Se han contado 134 minerales transparentes.

Las alteritas como las de la fracción anterior, pero más limpias. Los opacos naturales angulosos. Los opacos de alteración muy pequeños: 23 blancos grisáceos brillantes angulares (leucoxenos), 62 rojos subangulares dentados (sideritas), 14 amarillos pardo ocreados subangulares y subrodados (limonitas), 15 blancos brillantes angulares pequeños (leucoxenos), 6 grandes rayados dorados no identificados, 1 grande dorado rojizo (illmenorutilo), 1 pardo grisáceo sucio no identificado y 4 grises angulares (illmenitas) grandes.

Las turmalinas variadísimas de formas y pleocroismos en general prismáticas angulares. Las moscovitas laminares. Las biotitas amarillas rojizas, 3 rojas oscuras y 1 amarilla pálida. Las anatasas 2 muy negras y una azul fuerte. Los circones angulares y subrodados. Los rutilos 2 rojos y 2 amarillos.

Turmalinas: 1 incolora-rojiza, 1 incolora-azul, 1 incolora, 1 rojiza y con el borde verde, 2 amarillas verdosas a marrón verdosas, 6 verde amarillento pálido-verde amarillento fuerte, 6 incoloras-verdes, 1 verde, 1 amarilla, 2 incolora-amarilla, 10 incolora amarillenta a verde parda, 2 amarillas verdosas, 1 incolora amarillenta-marrón, 1 amarilla a marrón rojiza.

ASOCIACIONES:

Solo se puede establecer dichas asociaciones en la fracción menor de 0,125, pues en las otras casi no aparecen minerales transparentes.

Asociación de minerales pesados en la fracción menor de 0,125:

- Micas.
- Turmalinas.
- Circones.

DISCUSION:

Gran cantidad de alteritas en las tres fracciones, sobre todo en la mediana y en la menor, son iguales a las de la fracción ligera, que como hemos visto por su estudio deben ser agregados microcristalinos de cuarzo cementado posiblemente por sílice. Los opacos son muy abundantes en la fracción menor siendo sideritas, limonitas y leucoxenos y alguna illmenita fundamentalmente, angulares y subangulares.

Por lo que respecta a los minerales transparentes en la fracción mayor y mediana son escasos, en cambio en la menor son abundantísimos pero muy difíciles de identificar debido al tamaño tan pequeño de los granos, no se han podido contar hasta 200. La fracción menor formada fundamentalmente por moscovitas, turmalinas fundamentalmente

angulares y de todos los colores abundando las incoloras y circones angulares y subrodados.

Algunos minerales de metamorfismo y de titano. Interesante la existencia de 2 glauconitas en la fracción menor.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . . 58 %

Minerales inestables . . . 42 %

Roca bastante inmadura (bastantes moscovitas).

Se ha calculado el índice de madurez considerando solo la fracción menor de 0,125 ya que la mediana tiene pocos minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

Las alteritas, son de tipo laminar, marrón oscuras, moteadas y al cruzar nícoles, dan como agregados de microcristales, según disminuye el tamaño de la fracción van apareciendo más limpias.

RELACIONES:

No se pueden establecer pues no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con ClH, diluido y dispersante, ambos en caliente.

Una vez realizado el tratamiento se han observado al microscopio: se ven las alteritas pero mucho más limpias, son agregados microcristalinos de cuarzo cementados posiblemente por sílice, viéndose algún cristal aislado de cuarzo y alguno, unido a las mismas alteritas.

El material que enturbiaba los granos debía ser carbonato cálcico, pues al tratar la muestra con ClH daba mucha efervescencia, también debía ser arcilla, pues al tratar con dispersante, el agua estaba muy turbia. Por otra parte, quedaba un residuo en el agua amarillento, lo

que nos hace pensar en que hubiera algo de hierro, pues el residuo debe ser cloruro férrico.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se ha podido establecer pues no hay feldespatos, o si los hay están en las alteritas y por tanto no han podido ser identificados.

DISCUSION:

Formada toda la fracción ligera por agregados de cuarzo microcristalinos, cementados por sílice.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga. Roca de grano muy fino, parece formada de calcita y material limo-arcilloso. Algunos filones y cristales de calcita. Posibles fósiles, "Globigerinas".

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga, formada casi toda la roca de carbonatos y fracción limo-arcillosa, escasísima arena. La fracción arc-

nosa formada casi en su totalidad de minerales ligeros.

En cuanto a la fracción pesada, se acumulan los minerales pesados transparentes en la menor de 0,125. Los minerales dominantes son micas (moscovitas, biotitas y cloritas), turmalinas y circones. Hay minerales de metamorfismo y de titano aunque en pequeña cantidad. Interesante la existencia de glauconitas y dolomitas. Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125, de formas angulares y subangulares, siendo sideritas, limonitas y leucoxenos, y hay alguna illmenita. En esta muestra se encuentran muchas alteritas que se acumulan en la fracción mediana y menor. Esta roca debe ser bastante inmadura, pues aunque dominan los minerales estables sobre los inestables, la diferencia es pequeña.

La fracción ligera formada en su totalidad de alteritas, que de su estudio se dedujo que eran agregados de cuarzo, pero los feldespatos si existen no se pudieron identificar.

Por el estudio en lámina delgada se vió que esta roca estaba formada fundamentalmente de calcita microcristalina y fracción limo-arcillosa. Se vieron así mismo algunos filones y cristales de calcita y fósiles como "Globigerinas".

En resumen:

Marga, bastante inmadura, posiblemente la alteración sobre esta roca debe haber sido considerable, ya que hay muchas alteritas en la fracción pesada y los minerales transparentes pesados se acumulan en la fracción menor de 0,125. En cuanto al transporte no se puede decir nada.

Q. FUENTERRABIA.17

DESCRIPCION DE VISU:

Arenisca amarilla ocre, se parte en lajas, estratificación horizontal, bastante ligera, grano fino a medio, aspera al tacto, fácil de disgregar.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Tamaño de grano fino, forma como agregados muy fracturados. Laminillas de micas.

ANALISIS MECANICO:

Arena gruesa	36,29 %
Arena fina	47,66 %
Limo y arcilla	16,05 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 4,15 %

MATERIA ORGANICA: 2,35 %

HIERRO EN CEMENTO: 0,97 %

ARENA LIMPIA: 69,20 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250	3,14 %
Entre 0,250-0,125	37,18 %
Menor de 0,125	59,68 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	0,53 %
	Ligera	99,47 %
0,250-0,125:	Pesada	0,22 %
	Ligera	99,78 %
Menor de 0,125:	Pesada	0,24 %
	Ligera	99,76 %

DISCUSION:

Arenisca, la cantidad de carbonato y materia orgánica es algo elevado, pero no así el de hierro que es bajo. El tanto por ciento de arena limpia, es alto, acumulándose ésta fundamentalmente en la fracción menor de 0,125 aunque es muy abundante en la mediana. Por lo que respecta a las fracciones pesada y ligeras, ésta es la que forma la casi totalidad de la muestra. En cuanto al análisis mecánico se observa que esta muestra está formada de arena gruesa y fina con considerable fracción limo-arcillosa

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	-	10	60
Opacos de alteración	8	12	63
Opacos naturales .	2	1	3
Turmalinas	-	10	34
Circones	-	-	48
Moscovitas	-	184	66
Cloritas	-	4	5
Biotitas	1	-	-
Glaucónitas	-	-	12
Rutilos	-	-	6
Anatasas	-	-	14
Broquitas	-	-	2
Estauroelitas	-	1	5
Distenas	-	-	3
Epidotas	-	1	-
Monacitas	-	-	5

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

No existe más que un mineral transparente, el resto son alteritas y opacos de alteración. Los opacos naturales son angulosos. Los opacos de alteración; 1 rodado amarillo rojizo, 7 rojos muy oscuros posibles sideritas, angulares. La biotita es amarilla clara.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Se han podido contar hasta 200 minerales transparentes. De los cuales dominan las micas y dentro de éstas las moscovitas, éstas son laminares, una con extinción ondulante y otras completa, algunas presentan como vacuolas, las menos son fibrosas; las cloritas son verdosas, laminares. Las turmalinas son algo variadas: 4 marrón rojizas negras sin pleocroismo, algo rodadas, 1 prismática con pleocroismo de amarillo a negro, 1 incolora prismática, 2 prismáticas con pleocroismo de amarillo a marrón oscuro rojizo, 1 angular de marrón a negra y 1 angular negra.

Las alteritas del tipo de minerales inidentificables por tener su superficie sucia, los opacos de alteración son: 7 rodados blancos con impurezas amarilla, posibles leucoxenos, 1 angular negro grisáceo muy grande (posible illmenita), 1 rojo oscuro angular grande (posible siderita) y 1 amarillo subrodado (posible limonita).

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Se han podido contar hasta 200 minerales transparentes. Las alteritas iguales a las de la fracción anterior. Opacos naturales pequeñísimos rodados. Los opacos de alteración; 41 amarillos pardos ocreados (limonitas posiblemente), formas rodadas, subrodadas y angulares, tamaños también muy variables, 5 son blancos grisáceos subrodados (posibles leucoxenos), 14 son rojos angulares y subrodados (posibles sideritas), 3 grises metálicos angulares (posibles illmenitas). Las formas angulares son todas dentadas.

Circones de formas variadísimas subangulares y subrodadas, algunos prismáticos perfectos, algunos zonados, en general con los bordes muy negros. Rutilos, rojos muy negros, las anatasas tabulares, con los bordes muy negros las broquitas amarillas acanaladas, tabulares. Las estaurolitas de formas subangulares una de ellas astillada. Las distenas son incoloras. Las moscovitas unas con extinción ondulante y otras con extinción total, cloritas verdes algunas fibrosas. En cuanto a las turmalinas: 3 incoloras, una prismática, y tres subrodadas, 8 marrones sin pleocroismo, formas angulares, 6 con pleocroismo de amarillo a marrón, subangulares y subrodadas, 2 angulares verdes pardas, 6 con pleocroismo de incoloro amarillento a marrón prismáticas y 2 subrodadas, 4 de incoloras amarillentas a verdosas, 1 incolora amarillenta a negra prismática, 3 amarilla

a negra angular, l verde sin pleocroismo, como se puede deducir abundan las formas angulares y prismáticas

ASOCIACIONES:

En la fracción mayor no se puede hablar se asociación, pues no hay casi minerales pesados.

En la fracción comprendida entre 0,250-0,125, prácticamente toda la fracción es micas, fundamentalmente moscovitas. Pero se asocian con unas pocas turmalinas. Micas.

Fracción menor de 0,125, Micas. Circones, Turmalinas.

DISCUSION:

Acumulación de alteritas en la fracción menor de 0,125 y acumulación de minerales opacos, siendo fundamentalmente limonitas, rodadas, subrodadas, y angulares.

Gran cantidad de minerales transparentes en la mediana y en la menor habiéndose podido contar hasta 200 en ambas. En la mediana dominio casi total de las micas casi todas moscovitas, unas con extinción ondulante y otras total. Las turmalinas angulares y algunas rodadas marrones y amarillas.

En la fracción menor disminuye el número de micas con la misma extinción que las de la fracción mediana. Aumenta el número de turmalinas angulares fundamentalmente, amarillas, incoloras y marrones fundamentalmente. Abundan los circones de todas las formas. Abundan los minerales de titano y algunos metamórficos. Bastantes glauconitas.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . . 28 %
 Minerales inestables . . . 72 %
 Roca inmadura (muchas moscovitas).

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Cuarzo	96	87	77
Feldespatos K . . .	1	2	2
Feldespatos Ca-Na .	-	-	7
Agreg. cuarzo-feld.K	-	1	-
Agreg.cuarzo-fel.CaNa	-	-	3
Moscovitas	3	10	8
Biotitas	-	-	3

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

El cuarzo, formando agregados con inclusiones negras recubiertos por una pátina amarillenta rojiza, con inclusiones de minerales transparentes algunos, 5 de los cuarzoes son agregados en mosaico, con forma rpismática perfecta. Las micas son algo raras como laminas que al cruzar nícoles se ven microcristalinas, sin cruzar los nícoles de color pardo rojizo.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

El cuarzo y las micas con las mismas características que las de la fracción anterior, 7 agregados en mosaico prismáticos, los feldespatos con puntas romas, el agregado es un feldespato potásico unido a un agregado de cuarzo.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Micas y cuarzoes iguales que los de fracciones anteriores, pero aparecen más cuarzoes individualizados y agregados en mosaico hasta 18. Los feldespatos de puntas romas, las biotitas rojas.

RELACIONES:

Mayor de 0,250: cuarzo/feldespatos = $96/1 = 96$

No hay plagioclasas luego no se puede establecer relaciones entre feldespatos.

0,250-0,125: cuarzo/feldespatos = $87/2 = 43,50$

No hay plagioclasas luego no se puede establecer relaciones entre feldespatos.

Menor de 0,125: cuarzo/feldespatos = $77/9 = 8,55$

feldes. K/ feldes. Ca-Na = $2/7 = 0,28$

DISCUSION:

Formada esta fracción fundamentalmente por cuarzo, disminuyendo en cantidad al disminuir el tamaño de la fracción, se presenta fundamentalmente en agregados muy impurificados. Conforme el tamaño del grano disminuye aparecen más cuarzos aislados y más agregados de cuarzo en mosaico. Algunas moscovitas sobre todo en la fracción mediana. Bastantes feldespatos en la fracción menor bien en agregados con el cuarzo o bien aislados y con los bordes romos, acumulándose las plagioclasas en la fracción menor.

RELACION CUARZO/FELDESPATO MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = \underline{49,25}$$

La cantidad de feldespatos aislados en esta muestra no es alta, existen bastantes agregados con el cuarzo. Parece ser que esta roca ha sufrido un rápido y corto transporte. Por otro lado hay bastantes micas, moscovitas y biotitas, esto unido a la existencia de plagioclasas nos hace pensar que la alteración no ha sido muy fuerte.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Arenisca, con mucho material del tamaño limo y arcilla, entre los granos de tamaños mayores. Así mismo tiene materia orgánica y algo de hierro.

El material detrítico grueso, formado de: cuarzo angular y subangular muy heterométrico, fragmentos de roca (cuarcita), laminillas de micas, y glauconita. Hay bastantes filones de cuarzo y algo de chert.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Arenisca, con bastante carbonato cálcico para ser una arenisca amarilla normal, ahora bien la roca está

formada fundamentalmente de arena gruesa y arena fina, y bastante fracción limo-arcillosa. La cantidad de materia orgánica para ser arenisca es alta y la cantidad de hierro en cemento muy pequeña. La fracción arenosa formada en su mayor parte de minerales ligeros.

Gran cantidad de minerales pesados transparentes que se acumulan en la fracción mediana y menor. Siendo las micas (moscovitas) el mineral que forma casi toda la fracción mediana, acompañadas de unas turmalinas y cloritas, algo de estaurolitas. Las micas disminuyen en cantidad en la fracción menor de 0,125, pero siguen siendo el mineral dominante (moscovitas y alguna clorita) junto a los circones y turmalinas, abundantes minerales de titano (anatasas, rutilos y broquitas) y muy interesante, bastantes glauconitas y algunas estaurolitas. El número de minerales estables es muy inferior al de inestables, luego es una roca inmadura. Las micas se presentan con extinción ondulante unas y completa las otras. Las turmalinas, angulares, prismáticas y subrodadas, en general marrones, amarillas y algunas verdosas. Los circones subangulares, subrodados y algunos prismáticos, las anatasas tabulares. Los minerales opacos abundantes sobre todo en la fracción menor de 0,125, limonitas fundamentalmente, algunas sideritas, leucoxenos e illmenitas, formas rodadas, subrodadas y subangulares. Las alteritas son abundantes acumulándose en la fracción menor de 0,125.

La fracción ligera formada en su mayor parte por cuarzos en general en agregados. Disminuye el número de cuarzo al disminuir el tamaño de la fracción, pues aumenta el número de feldespato y de micas. Los feldespatos que se encuentran son potásicos y calco-sódicos. Las micas son moscovitas y biotitas, fundamentalmente aquellas. La relación cuarzo/feldespato disminuye al disminuir el tamaño de la fracción. Esta muestra parece ser que ha sufrido un transporte corto y rápido, dada la cantidad de feldespatos existentes. Por otro lado, la existencia de muchas micas, resistiendo biotitas y la existencia de plagioclasas, así como el que haya alteritas pero no en número alto, indica que la alteración no ha sido fuerte.

El estudio en lámina delgada nos permitió ver, que, esta roca posee bastante fracción limo-arcillosa, así mismo hierro y materia orgánica. El material detrítico grueso formado por cuarzo angular y subangular, acompañados de cuarcita (que indica un posible aporte metamórfico), laminillas de micas y glauconita.

En resumen:

Arenisca amarilla, estratificada, con bastante arcilla y carbonato, así como materia orgánica. Tiene material metamórfico, debe ser debido a un aporte. En inmadura. El transporte sufrido rápido y corto. La alteración no muy intensa.

R. FUENTERRABIA.18DESCRIPCION DE VISU:

Marga gris compacta, con cristales de calcita en algunas zonas, está formada la roca como por tres capas con zonas de oxidación intermedias a las tres.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se observa claramente calcita en la superficie de la roca.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa	0,30 %
	Arena fina	3,51 %
	Limo y arcilla	96,19 %

Con carbonatos:	Arena gruesa . . .	0,13 %
	Arena fina . . .	1,48 %
	Limo y arcilla . .	40,60 %
	Carbonatos . . .	57,79 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 57,79 %

ARENA LIMPIA: 44,16 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250 . . .	2,60 %
Entre 0,250-0,125 . . .	73,65 %
Menor de 0,125 . . .	23,75 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada . . .	0,38 %
	Ligera . . .	99,62 %
0,250-0,125:	Pesada . . .	1,11 %
	Ligera . . .	98,89 %
Menor de 0,125:	Pesada . . .	2,24 %
	Ligera . . .	97,76 %

DISCUSION:

Marga. Tiene gran cantidad de carbonato cálcico y abundante cantidad de arena limpia, acumulándose esta en la fracción mediana. Por lo que respecta a la fracción pesada y ligera está formada la muestra prácticamente de carbonatos y limo-arcilla, escasa arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	5	296	279
Opacos de alteración	4	-	56
Opacos naturales .	2	1	10
Moscovitas	-	1	6
Biotitas	-	-	2
Circones	-	-	5
Dolomitas	-	-	3
Estauroalitas	-	-	3
Turmalinas. . . .	-	-	2
Granates	-	1	2
Epidotas	-	-	1
Andalucitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Alteritas, no identificadas, son como agregados unidos por arcilla. Los opacos de alteración, 1 illmenita angular, 1 siderita angular, y 1 leucoxeno angular. Los opacos naturales pequeños y angulares.

No hay minerales transparentes.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Alteritas del mismo tipo que las de la fracción anterior. Los opacos naturales formas angulares. Escasos minerales transparentes, una moscovita laminar y un granate incoloro.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Alteritas iguales a las de las fracciones anteriores. Los opacos de alteración, 3 piritas, 15 sideritas angulares, 35 illmenitas subangulares y angulares, 2 posibles illmenorutilos, 2 limonitas subangulares.

Aunque los minerales transparentes son muy poco abundantes, es en la fracción en que se acumulan. Las moscovitas laminares con extinción ondulante, los circones de pequeño tamaño están rodados, los granates incoloros, las turmalinas amarillas subangulares.

ASOCIACIONES:

Dichas asociaciones no se pueden establecer ya que no existen casi minerales transparentes, sobre todo en la fracción mediana y en la mayor. Existe mayor número de ellos en la menor de 0,125 mm. pero no los suficientes para establecer asociaciones.

DISCUSION:

Gran cantidad de alteritas en la fracción mediana y en la menor, del mismo tipo que las de la fracción ligera, que como se dedujo de su estudio son agregados microcristalinos de cuarzo unidos por sílice posiblemente.

Abundantes opacos, sobre todo en la fracción menor de 0,125, sideritas y limonitas e illmenitas, formas subangulares fundamentalmente.

Escasísimo el número de minerales transparentes, acumulándose en la menor, pero en pequeño número, abundan micas algunas con extinción ondulante, el resto de los minerales están algo rodados.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular por ser pobre dicha roca en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

Todo es alteritas. Son totalmente negras con los nódulos cruzados aparecen muy oscuras con los bordes brillantes. Algunas se ven como agregados de microcristales pequeños, según disminuye el tamaño de la fracción van siendo más angulares y más limpias.

RELACIONES:

No se pueden establecer, no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con ClH diluido y dispersante en caliente. Una vez realizado el tratamiento, se han estudiado al microscopio, aparecen las alteritas mucho más limpias, como agregados de microcristales de cuarzo, unidos por sílice, posiblemente.

El material que enturbiaba los granos debía ser fundamentalmente, carbonato cálcico y algo de arcilla, pues por un lado, al tratar la muestra con ClH daba mucha efervescencia y al tratar con dispersante, el agua daba muy turbia. También es interesante hacer notar, que quedaba un residuo amarillento en la cápsula, que debía ser de cloruro férrico, lo que nos indica, que también debían impurificar los granos, compuestos de hierro.

DISCUSION:

Formada toda la fracción por agregados microcristalinos de cuarzo unidos por sílice posiblemente.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer pues no hay feldespatos o si los hay es en las alteritas y no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga. Roca formada por cristales y filoncillos de calcita. Algún grano aislado y angular de cuarzo. Presenta zonas claras y oscuras, las claras deben ser microcristales de calcita y las oscuras material limo-arcilloso. Se encuentran fósiles, "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
30,21	3,78	1,43	0,64	35	0,21	0,70	-	31,71

TiO₂ menor de 0,16 %

P.P.C. 31,71

CO₂ 25,42

CO₃Ca (deduc. del CO₂) . . 57,79

CO₃Ca (deduc. del CaO) . . 62,50

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

El CO_3Ca deducido del CaO supera al deducido del CO_2 , luego debe de haber CaO en forma de minerales como plagioclasas, aunque no se han visto al microscopio, ya que la fracción ligera está formada por alteritas, y por tanto no se han podido identificar.

El que existan dolomitas en la fracción arena, puede ser debido a que algo de el carbonato se haya combinado con el Mg.

La sílice debe de estar en forma de cuarzo en la fracción arena, y en forma de cuarzo en la arcilla.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga, formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa escasísima fracción arena. La arena formada de minerales ligeros en su mayor parte.

La fracción pesada, escasa en especies minerales transparentes, acumulándose en la fracción menor de 0,125, formada de micas (moscovitas y biotitas), algunos minerales de metamorfismo, turmalinas y circones. Interesante la existencia de dolomitas. Esta roca es más rica en minerales pesados inestables que estables. Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125, no siendo muy abundantes, son subangulares, fundamentalmente ilmenitas, algunas sideritas, limonitas y leucoxenos. Las alteritas se acumulan en la fracción mediana y menor.

La fracción ligera formada en su totalidad de alteritas, que según estudios posteriores se vió que eran agregados de cuarzo, lo que no se pudo identificar fueron los feldespatos.

Del estudio en lámina delgada se dedujo que estaba formada la roca de microcristales de calcita y fracción limo-arcillosa, algunos cristales aislados de cuarzo angular y algunos filoncillos de calcita. Se encontraron, "Globigerinas".

El análisis químico nos dió la posibilidad de que existan plagioclasas, que no se pudieron identificar debido a la cantidad de alteritas existentes. También nos dió la posibilidad, de la existencia de dolomitas y cuarzo, ahora mucha sílice debe estar en forma de cuarzo en la fracción arcillosa.

En resumen:

Marga formada de calcita microcristalina y fracción limo-arcillosa.

S. FUENTERRABIA.19

DESCRIPCION DE VISU:

Color gris rojizo, en la parte superior tiene una zona gris más margosa, en algunas zonas de la roca hay laminillas de calcita, la roca es pesada dura y compacta.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Se observa claramente laminillas de micas, calcita, y opacos, aspecto granudo.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa . . .	16,62
	Arena fina . . .	29
	Limo y arcilla . . .	54,38

Con carbonatos:	Arena gruesa . . .	10,12 %
	Arena fina . . .	17,65 %
	Limo y arcilla . .	33,10 %
	Carbonatos . . .	39,13 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 39,13 %

ARENA LIMPIA: 45,12 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250 . . .	3,74 %
Entre 0,250-0,125 . . .	57,00 %
Menor de 0,125 . . .	39,26 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada . . .	0,85 %
	Ligera . . .	99,15 %
Entre 0,250-0,125:	Pesada . . .	0,66 %
	Ligera . . .	99,34 %
Menor de 0,125:	Pesada . . .	1,32 %
	Ligera . . .	98,68 %

DISCUSION:

Marga arenosa. El contenido de carbonatos de la roca y la cantidad de arena es más o menos aproximadamente igual, siendo más alto el porcentaje de arena limpia y acumulándose ésta en las fracciones mediana y menor sobre todo en aquella. Por lo que se refiere a pesadas y ligeras, ésta es la más abundante. En cuanto al análisis mecánico, se ve que está formada esta roca de carbonatos, limo-arcilla y arena en proporciones muy parecidas.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	11	32	24
Opacos de alteración	-	19	43
Opacos naturales	-	6	3
Circones	-	4	103
Moscovitas	-	-	45
Cloritas	-	1	-
Turmalinas	-	-	27
Rutilos	-	-	8
Anatasas	-	-	5
Biotitas	-	-	1
Glauconitas	-	-	3
Estaurolitas	-	2	3
Granates	-	-	3
Epidotas	-	1	1
Dolomitas	-	-	1

Estudio de la fracción mayor de 0,250 mm.:

Solo existen en esta fracción alteritas, son como agregados no identificados, por estar unidos por arcilla.

Estudio de la fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm.:

Las alteritas de esta fracción son del mismo tipo que las de la anterior fracción. Los opacos de alteración 11 son rojos subangulares tendiendo a la forma angular dentados (sideritas), y 8 son de la misma forma que los rojos pero de color gris muy oscuro (illmenitas). Los opacos naturales son subangulares.

Minerales transparentes hay poquísimos, los circones pequeños, 2 subrodados y dos angulares, las estauro_litas angulares, la clorita laminar, la epidota, incolora con ligero pleocroismo a amarillo.

Estudio de la fracción menor de 0,125 mm.:

Se han contado 200 minerales transparentes.

Las alteritas en esta fracción bastante escasas son del tipo de un opaco que recubre a un mineral transparente. Los opacos de alteración son: 9 angulares blancos

brillantes (leucoxenos), 19 amarillos ligerísimamente rojizos (limonitas), alguno angular pero en general subrodados, 8 grises subangulares dentados (illmenitas), 5 amarillos casi blancos subangulares (limonitas), 2 rojos subangulares dentados (sideritas). Los opacos naturales son subangulares dentados. Los opacos naturales grandes angulares.

Por lo que se refiere a los minerales transparentes se han podido contar hasta 200. Siendo los circones los más abundantes, siendo estos muy pequeños, y de formas muy diversas pero todas con las aristas rodadas, alguno angular. Las moscovitas abundan bastante, siendo laminas grandes, con extinción completa unas y otras con extinción ondulante. Los rutilos los hay rojos y amarillos pero más rojos, algunos subrodados y otros totalmente angulares, prismáticos. Las anatasas son tabulares, 1 amarilla y el resto incoloras con un tono ligeramente azulado. Los granates incoloros y las éstauroliitas amarillas angulares.

Por lo que se refiere a las turmalinas son muy variadas:

- 1 marrón, angular.
- 2 verdes, angulares.
- 4 prismáticas con pleocroismo amarillo-verde.
- 5 incoloro amarillento-marrón, prismáticas.
- 1 prismática de amarilla-negro.
- 1 amarilla muy clara sin pleocroismo.
- 1 incolora-verde, subrodada.

- 8 angulares de formas prismáticas, con pleocroismo de amarillas a marrón rojizas.
- 2 prismáticas marrones muy negras.
- 1 angular de marrón a negra.
- 1 bicolor marrón verdosa, subrodada y bastante grande.

ASOCIACIONES:

Solo se pueden establecer dichas asociaciones en la fracción menor de 0,125, en donde la asociación existente es la que sigue:

Circones.

Micas.

Turmalinas.

DISCUSION:

Es de notar en la fracción menor de 0,125, que es donde se encuentran minerales transparentes realmente, que los circones aparecen en gran abundancia bastante rodados y la variabilidad de las turmalinas. También hay micas en gran cantidad, minerales de titano en menor proporción que en otras areniscas calcáreas; existencia de minerales metamórficos y de algo de glauconita.

En cuanto a los opacos abundan sideritas, illmenitas, leucoxenos y limonitas. Presentando formas subangu

lares en la mediana y subangulares, subrodados y angulares en la mediana.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

Minerales estables . . . 73 %
Minerales inestables . . . 27 %
Roca medianamente madura (bastante moscovita).

Se ha calculado este índice considerando la fracción menor de 0,125 ya que en la fracción mediana no hay casi minerales transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	67
Cuarzo	-	-	30
Feldespatos K . . .	-	-	2
Biotitas	-	-	1

Estudio de la fracción ligera:

Como se puede apreciar por el contaje hay alteritas en las tres fracciones. Siendo más limpias a medida que disminuye el tamaño de la fracción. Son como agregados de minerales transparentes, con una pátina marrón negruzca encima, al cruzar los nícoles sobre todo en las alteritas de la fracción menor se puede apreciar cristales de cuarzo. Los feldespatos de la fracción menor tienen sus puntas romas. La biotita así mismo de esta fracción es pequeña, roja. Los cuarzos son angulares, siendo 6 de ellos agregados en mosaico y prismáticos.

RELACIONES:

Solo se pueden establecer en la menor de 0,125:

$$\frac{\text{cuarzos}}{\text{feldespatos}} = \frac{30}{2} = 15$$

Relaciones entre feldespatos no establecidas ya que no hay calco-sódicos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Para estudiar dichas alteritas, hemos tratado la muestra con dispersante en caliente y con ClH en caliente: una vez realizado el tratamiento hemos observado la muestra

de nuevo al microscopio, las alteritas se habían limpiado mucho, viéndose muy claro que son agregados de cuarzo probablemente empastados con sílice y tal vez con algo de hierro. Luego lo que debía enmascarar los granos debía ser arcilla y carbonatos, que con éste tratamiento han de saparecido.

DISCUSION:

Formada prácticamente toda la fracción ligera por cuarzo, en la fracción mayor y en la mediana el cuarzo se presenta en agregados, en la menor siguen apareciendo agregados pero ya se encuentran cristales aislados. Solo se encontraron feldespatos en la fracción menor y en pequeña cantidad.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

$$\text{Cuarzo/feldespatos} = 5$$

Esta relación no se puede tener en cuenta, ya que la mayor parte de la muestra está formada por alteritas, y es posible que en dichas alteritas, haya feldespatos que no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga arenosa, abundante fracción arena, constituida ésta por: cuarzo subangular y angular, chert, pequeños filones de cuarzo, calcedonia; filoncillos de calcita, minerales opacos, glauconitas y moscovitas. Curioso los cuatro filones de calcita que atraviesan la preparación. Se encuentran fósiles, "Globigerinas y Orbulinas".

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga arenosa, formada de carbonatos, limo-arcilla y arena gruesa y fina. La fracción arena formada casi en su totalidad de minerales ligeros.

Los minerales pesados son bastante escasos, sólo en la fracción menor de 0,125 y se han podido llegar a contar hasta doscientas especies transparentes. Los circones son los dominantes de esta fracción con formas subredondas y alguno angular. Las moscovitas y las turmalinas son bastante abundantes, éstas en general son amarillas y marrones con formas prismáticas y angulares. En cantidades pequeñas se contaron, minerales de titano (anatasa y rutilos), algunos minerales de metamorfismo y algunas biotitas. Interesante es la existencia de glauconitas y dolomitas, aunque en pequeña cantidad. Los minerales opacos se acumulan en la fracción mediana y menor, siendo fundamentalmente limonitas y sideritas, algunos leucoxenos e illmenitas,

la forma de los granos en general es angular y subangular, se encuentran algunos subrodados. Las alteritas son escasas y se acumulan en la fracción mediana y menor. El número de minerales estables es superior al de inestables, luego es una roca medianamente madura.

La fracción ligera está formada en su mayor parte por alteritas, que según se vió en estudios posteriores eran agregados de cuarzo, en ellas no se pudieron identificar feldespatos. Los cuarzos claramente aislados se encontraron en la fracción menor de 0,125, en la que a su vez se contaron algunos feldespatos potásicos y algunas biotitas.

Estudio en lámina delgada: esta roca tiene bastante fracción arena constituida por cuarzo subangular y angular; calcedonia, glauconitas y moscovitas. Se encontraron algunos filones de calcita y fósiles como, "Globigerinas y Orbulinas".

En resumen:

Marga arenosa, medianamente madura.

T. FUENTERRABIA.20

DESCRIPCION DE VISU:

Marga calcárea, masiva, no muy compacta, y no muy pesada, con fractura concoide.

DESCRIPCION A LA LUPA BINOCULAR:

Agregado de polvo blanco amarillento, si se estudia en polvo. Si se observa la superficie de la roca se ve calcita en la superficie.

ANALISIS MECANICO:

Sin carbonatos:	Arena gruesa . . .	0,30 %
	Arena fina . . .	3,03 %
	Limo y arcilla . .	96,67 %

Con carbonatos:	Arena gruesa . . .	0,10 %
	Arena fina . . .	1,03 %
	Limo y arcilla . .	32,83 %
	Carbonatos . . .	66,04 %

CARBONATOS EN ROCA TOTAL: 66,04 %

ARENA LIMPIA: 38,81 %

FRACCIONES DE ARENA LIMPIA:

Mayor de 0,250 . . .	3,79 %
Entre 0,250-0,125 . . .	74,24 %
Menor de 0,125 . . .	21,97 %

FRACCIONES PESADA Y LIGERA:

Mayor de 0,250:	Pesada	prácticamente
	Ligera	todo ligera
0,250-0,125:	Pesada	0,90 %
	Ligera	99,10 %
Menor de 0,125:	Pesada	3,35 %
	Ligera	96,65 %

DISCUSION:

Marga calcárea. Gran cantidad de carbonatos, apreciable cantidad de arena limpia, acumulándose dicha arena fundamentalmente en la fracción menor de 0,125 mm. Por lo que respecta a la fracción pesada y ligera ésta es la que fundamentalmente forma todas las fracciones.

En cuanto al análisis mecánico, se ve que ésta roca está formada por carbonatos y fracción limo-arcillosa, con escasísima arena.

MINERALES PESADOS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	28	34	372
Opacos de alteración	4	56	2
Opacos naturales .	1	1	-
Turmalinas	1	-	-
Circones	-	-	1
Moscovitas	4	1	4
Biotitas	-	2	-
Granates	1	-	-
Estaurolititas	-	1	11
Dolomitas	-	-	8

Estudio de los minerales ligeros:

Las alteritas de las tres fracciones son iguales, agregados no identificados unidos por arcilla, son exactamente igual que las de la fracción ligera, y como determinamos por el tratamiento realizado en ésta son seguramente agregados microcristalinos de cuarzo unidos posiblemente por sílice.

Por lo que se refiere a los opacos, en la fracción mayor son angulares, 3 rojos de aspecto terroso (sideritas) y uno blanco grisáceo (leucoxeno). Los de la fracción mediana son todos prácticamente rojos de aspecto terroso (sideritas) excepto tres grises (illmenitas) las formas son subangulares dentadas, los opacos de alteración de la menor son subangulares y son sideritas.

Por lo que respecta a los minerales transparentes son muy poco abundantes en las tres fracciones, existiendo en mayor número en la fracción menor de 0,125 mm. Las estaurolitas son bastante raras pues son sin pleocroismo, casi incoloras algunas con formas más o menos prismáticas y algunas subangulares, solo hay una típica con pleocroismo amarilla y astillada. Por lo que respecta a las moscovitas son láminas grandes, unas con extinción completa y otras con extinción ondulante. La turmalina en la fracción mayor es un prisma limpio con pleocroismo de incoloro a amarillo y pequeño.

ASOCIACIONES:

Dichas asociaciones no se pueden establecer, ya que prácticamente no existen minerales transparentes, sobre todo en la fracción mayor de 0,250 y la fracción comprendida entre 0,250-0,125. Existe mayor número de minerales transparentes en la fracción menor de 0,125, pero no los suficientes para establecer asociaciones.

DISCUSION:

Gran cantidad de alteritas, se trata de fracción ligera recubierta de impurezas, los opacos de las tres fracciones son bastante escasos, existiendo alguno más en la mediana son casi todos sideritas. Los minerales transparentes escasísimos en las tres fracciones, siendo las micas y las estaurolitas las que existen en mayor número.

INDICE DE MADUREZ DE LA ROCA POR SUS MINERALES PESADOS
TRANSPARENTES:

No se ha podido calcular por ser pobre en minerales pesados transparentes.

MINERALES LIGEROS

	Mayor de 0,250 mm	0,250-0,125 mm.	Menor de 0,125 mm
Alteritas	100	100	100

Estudio de la fracción ligera:

Todo es alteritas. Son totalmente negras con los nícoles cruzados aparecen muy oscuras con los bordes brillantes. Algunas se ven como agregados de microcristales pequeños, según disminuye el tamaño de la fracción van siendo más angulares y más limpias.

RELACIONES:

No se pueden establecer, no hay feldespatos.

Estudio de las alteritas de la fracción ligera:

Se ha tratado la muestra con ClH diluido y dispersante en caliente. Una vez realizado el tratamiento, se han estudiado al microscopio, aparecen las alteritas mucho más limpias, como agregados de microcristales de cuarzo, cementados por sílice, seguramente.

El material que enturbiaba los granos debía ser fundamentalmente, carbonato cálcico y algo de arcilla, pues por un lado, al tratar la muestra con ClH daba mucha efervescencia y al tratar con dispersante, el agua daba muy turbia. También es interesante hacer notar, que quedaba un residuo amarillento en la cápsula, que debía ser de cloruro férrico, lo que nos indica, que también debían impurificar los granos, compuestos de hierro.

DISCUSION:

Formada la fracción ligera en su totalidad por agregados de microcristales de cuarzo unidos por sílice.

RELACION CUARZO/FELDESPATOS MEDIA DE LAS TRES FRACCIONES:

No se puede establecer, ya que no hay feldespatos, o si los hay es en las alteritas y no han podido ser identificados.

ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

Marga calcárea. Formada de cuarzo, en cristales aislados y angulosos, calcita también en cristales, y filoncillos de calcita. Se presenta la roca bandeada de

zonas claras y oscuras deben de ser calcita microcristali
na las claras y las oscuras de limo-arcilla. Se encuentran
fósiles, "Globigerinas".

ANALISIS QUIMICO

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P.P.C.
23,27	3,40	1,28	0,69	39,90	0,24	0,81	-	33,16

TiO₂ menor de 0,16 %

P.P.C. 33,16

CO₂ 31,07

CO₃Ca (deduc. del CO₂) . 70,63

CO₃Ca (deduc. del CaO) . 71,25

Discusión:

El CO₂ no cubre la pérdida por calcinación,
luego debe de haber minerales de arcilla que pierden agua
al calcinar.

El CO₃Ca deducido del CaO excede al deducido
del CO₂, luego debe de haber minerales de calcio como

plagioclasas, pero no han podido ser identificadas pues la fracción ligera está formada en su mayor parte por alteritas.

La existencia de dolomitas en la fracción arena, puede ser debido a que algo de carbonato, es magnésico

La mayor parte de la sílice, debe estar en forma de cuarzo libre en la fracción arcillosa, pero también en la arena.

DISCUSION GENERAL DE LA MUESTRA

Marga calcárea, formada en su mayor parte de carbonatos y fracción limo-arcillosa, escasa fracción arena formada ésta en su mayor parte de minerales ligeros.

Escasos minerales pesados transparentes acumulan^{do}se en la fracción menor de 0,125, ahora bien, en la fracción mayor y mediana se encontraron algunas moscovitas y biotitas, turmalinas, granates, y estaurolitas, pero todos ellos en pequeña cantidad. La fracción menor de 0,125 formada de estaurolita, moscovitas, dolomitas y algún circón, la forma de los granos suele ser angular. Los minerales inestables se encuentran en número mayor que los estables. Los minerales opacos se acumulan en la fracción mediana, con formas subangulares siendo casi todos sideritas, algún leucoxeno e illmenita. Las alteritas son muy abundantes sobre todo en la fracción menor de 0,125 mm.

Los minerales ligeros son alteritas, que como se vió por estudios posteriores eran agregados de cuarzo, en dichas alteritas no pudieron ser identificados feldespatos.

Del estudio en lámina delgada se dedujo: que esta roca estaba formada de calcita microcristalina y fracción limo-arcillosa. Se encontraron algunos cuarzos angulares, calcita en cristales y en filoncillos. Fósiles, "Globigerinas".

Del análisis químico, se dedujo, la posible existencia de plagioclasas, dolomitas y cuarzo, aunque la mayor parte de la sílice debe estar en forma de cuarzo libre en la fracción arcillosa.

En resumen:

Marga calcárea formada de carbonatos y fracción limo-arcillosa, algo de fracción arena, identificada en lámina delgada como cuarzo y algo de calcita.

V. DISCUSSION

A. CARBONATOS

TABLA I

Iñ.1	.	.	.	1,04 %	Ft.5	.	.	.	60,36 %
Iñ.2	.	.	.	0,64 %	Ft.6	.	.	.	65,60 %
					Ft.7	.	.	.	67,28 %
Z.1	.	.	.	25,82 %	Ft.8	.	.	.	39,99 %
Z.2	.	.	.	33,57 %	Ft.9	.	.	.	62,38 %
Z.3	.	.	.	37,58 %	Ft.10	.	.	.	47,22 %
Z.4	.	.	.	9,14 %	Ft.11	.	.	.	42,95 %
Z.5	.	.	.	1,60 %	Ft.12	.	.	.	59,51 %
Z.6	.	.	.	1,13 %	Ft.13	.	.	.	56,95 %
Z.7	.	.	.	0,51 %	Ft.14	.	.	.	54,74 %
					Ft.15	.	.	.	45,60 %
Ft.22	.	.	.	0,52 %	Ft.16	.	.	.	56,96 %
Ft.1	.	.	.	0,78 %	Ft.17	.	.	.	4,15 %
Ft.2	.	.	.	13,50 %	Ft.18	.	.	.	57,79 %
Ft.3	.	.	.	46,49 %	Ft.19	.	.	.	39,13 %
Ft.4	.	.	.	44,48 %	Ft.20	.	.	.	66,04 %

La cantidad de carbonatos en esta serie de rocas no excede del 68 %, luego no existe ninguna caliza pura.

Por el tanto por ciento de carbonatos, podríamos establecer una clasificación inicial.

Rocas que presentan de un 25 a un 70 por ciento de carbonato cálcico, a la vista del cuadro son las más abundantes, podrían ser: margas, margas arenosas, calizas margosas, areniscas calcáreas.

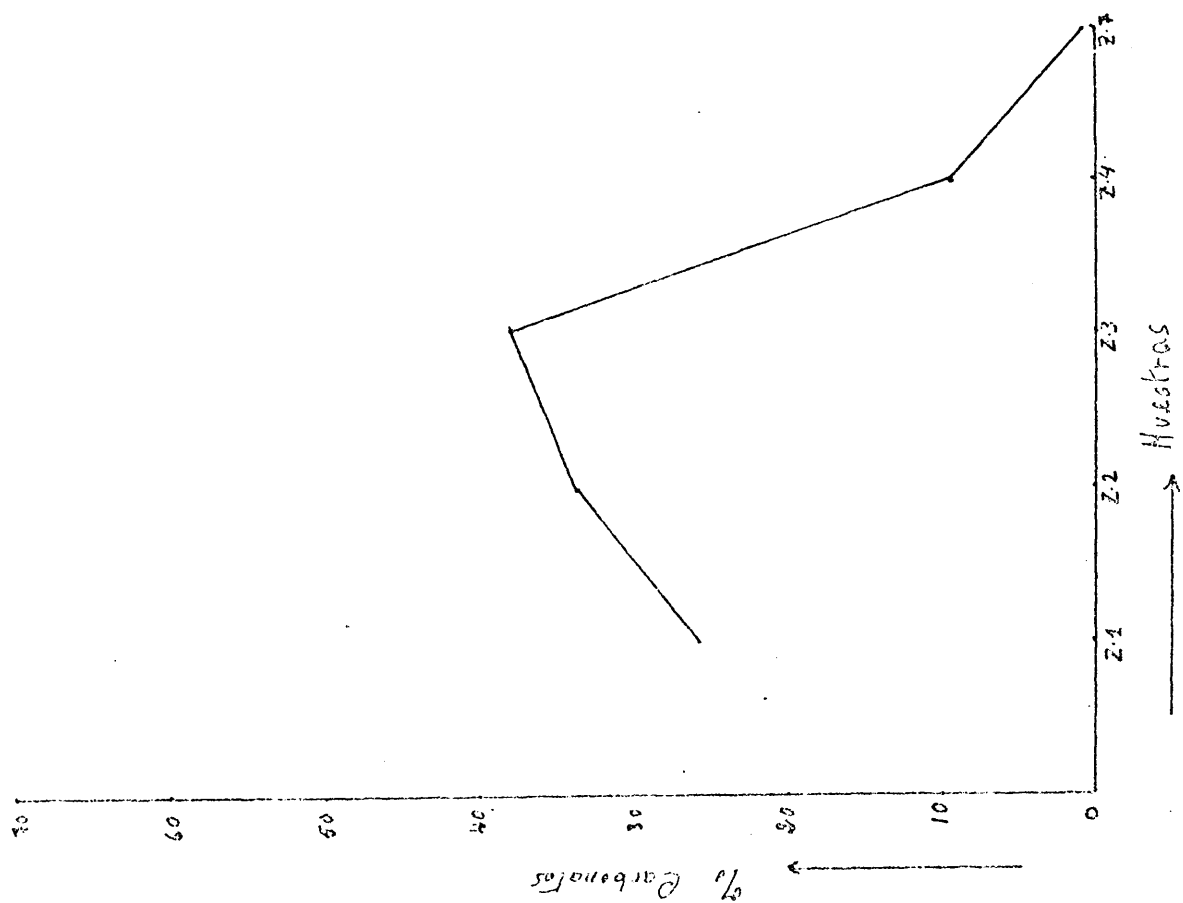
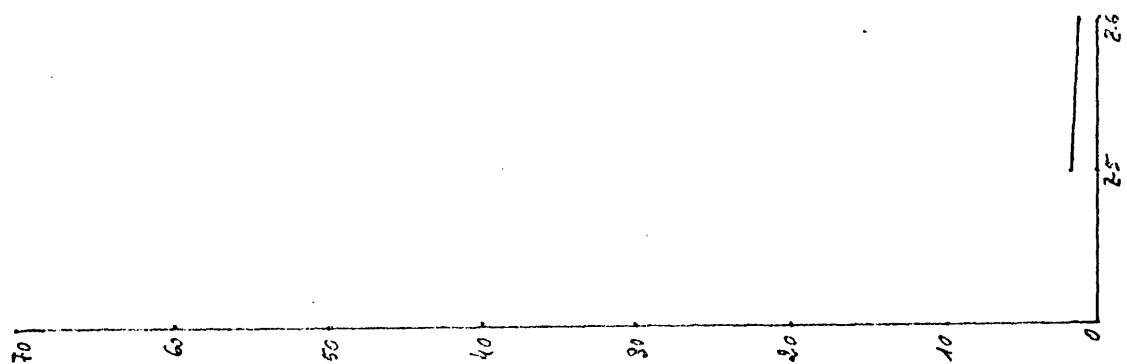
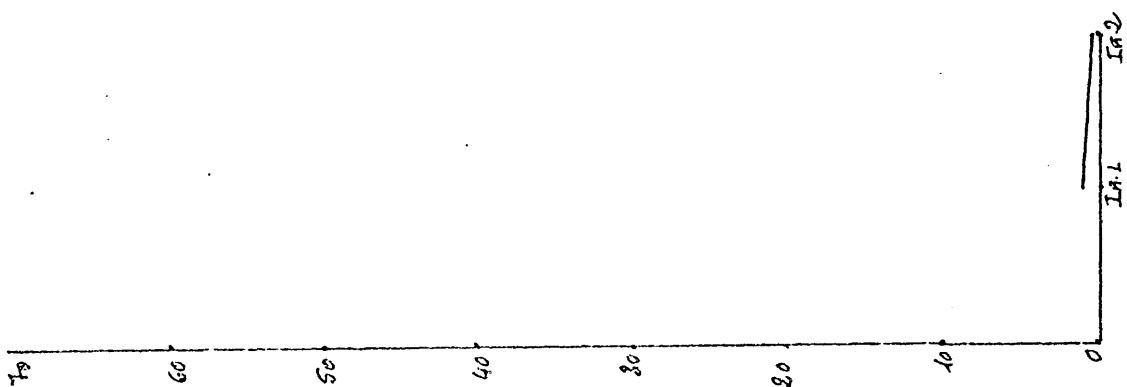
Rocas que presentan de un 8 a un 14 por ciento de carbonatos, son escasísimas, podrían ser lutitas algo calcáreas, constituyen los típicos tramos blandos del flysch.

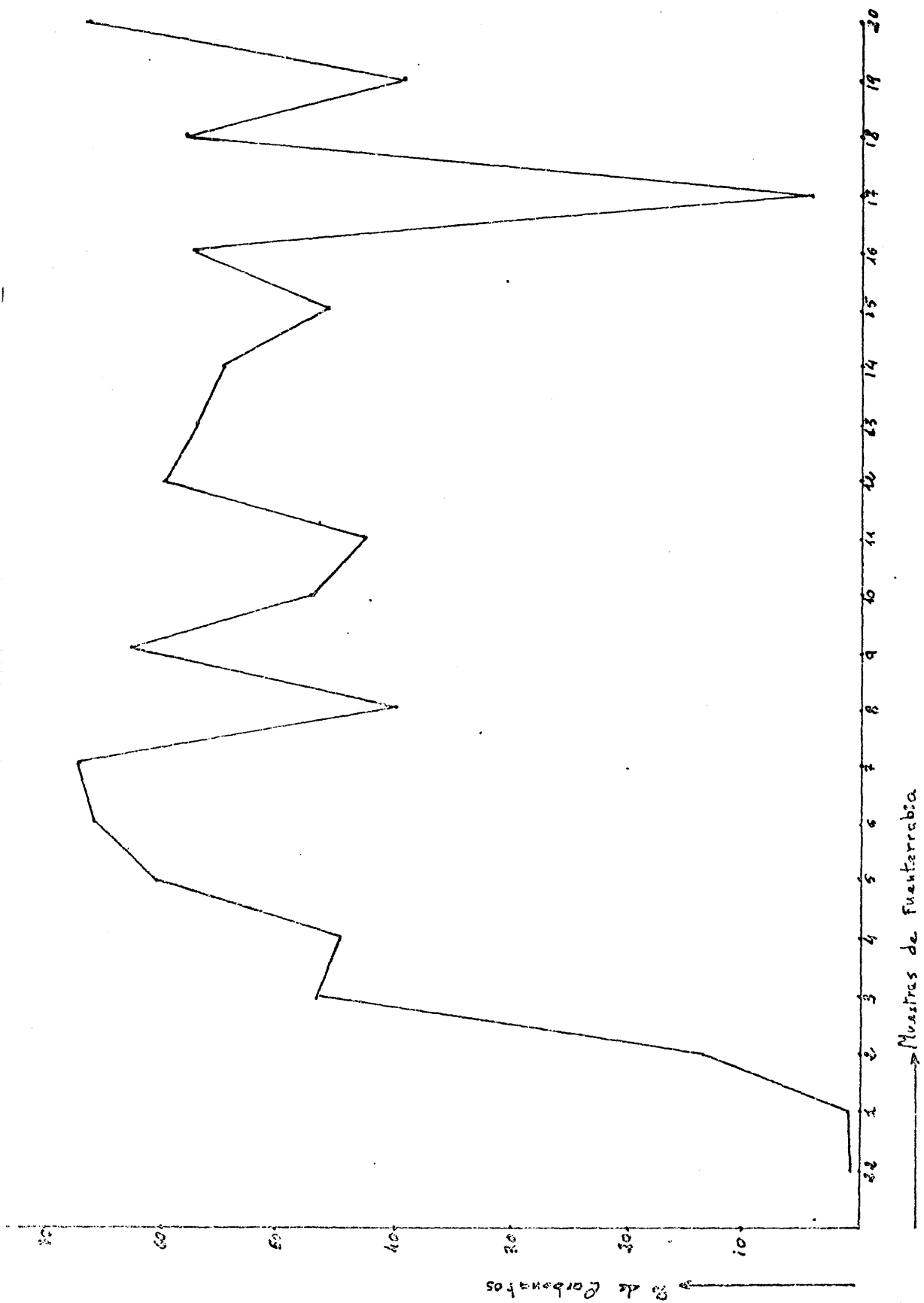
Rocas que presentan de un 0,5 a un 5 por ciento de carbonato, este tipo son bastante abundantes, estando incluidas las areniscas típicas, las arcillas o lutitas poco calcáreas y la muestra Z.7, que es una lutita silícea o arenácea.

Es muy importante, poner de relieve, el hecho de que las areniscas amarillas, Z.5, Ft.1, Ft.22 y Ft.17, son en general pobres en carbonatos, solo la Ft.17, que se encuentra en la parte baja de la serie, presenta más elevado el porcentaje, el resto de estas areniscas, pertenecen a la parte alta de los montes, son las areniscas meteorizadas, en las que el carbonato cálcico se ha lavado, y los óxidos de hierro, las han tornado amarillas, al estar ex-

puestas al aire. En las areniscas amarillas, el escaso carbonato que poseen está en forma de calcita, en granos o en microcristales o en forma de cemento. En cambio, las areniscas calcáreas, Z.1, Z.2, Z.3, Ft.3, Ft.11, "Maciño", de las que nos habla Gómez de Larena (9); son areniscas calizas, o sea con cemento calizo, de color gris azuladas y de gran dureza. Al estar expuestas al aire se alteran con gran facilidad, eliminándose el carbonato cálcico y tornándose amarillas, los óxidos de hierro. En el estudio en lámina delgada, de las areniscas calcáreas, se vió claramente la calcita en grandes cristales uniendo los granos detríticos, como en Ft.3, o en microcristales, junto con el material limo-arcilloso, debe ser igualmente, en este caso la calcita cemento. En el estudio de los minerales de la arcilla, que se realizó en las areniscas calcáreas, se vió que existe mucha calcita en dichas muestras en su fracción arcillosa.

En las lutitas, se observa, que hay poco carbonato, solo la muestra Ft.2 y Z.4, presentan un alto contenido en carbonato, para ser lutitas, como se vió en estudios realizados en la roca, Ft.2 presenta el carbonato en forma de carbonato de hierro y de magnesio, pero no en forma de carbonato cálcico. Z.4, presenta el carbonato, en forma de carbonato cálcico, como lo demuestra la existencia de calcita en la fracción arcillosa. En Z.6, el escaso carbonato que existe, debe estar en forma de dolomitas y sideritas, como se vió en la fracción pesada de dicha muestra.





B. MATERIA ORGANICA Y COMPUESTOS DE HIERRO

EN CEMENTO



TABLA II

Arenisca y muestra Z.7

		Compuestos de hierro en cemento	Materia orgánica
Iñ.1	. . .	0,23	0,39
Iñ.2	. . .	0,39	0,26
Z.5	. . .	0,65	2,48
Z.7	. . .	0,78	0,77
Ft.22	. . .	0,39	1,96
Ft.1	. . .	0,68	2,74
Ft.17	. . .	0,97	2,35

La cantidad de compuestos de hierro en cemento, de estas areniscas, es bajísima, luego nos hace pensar en que sea más bien colorante. En el estudio en lámina delgada de todas ellas, se pudo ver este hierro, aunque en pequeña cantidad.

En cuanto a los porcentajes de materia orgánica, son bastante variables. Por un lado, las muestras Z.5, Ft.22, Ft.1 y Ft.17, presentan un porcentaje elevado de materia orgánica, para ser areniscas, luego debe de actuar ésta como cemento de la roca. Por otro lado, las muestras Iñ.1 e Iñ.2, son escasas en materia orgánica, ésto podría interpretarse debido a que son más antiguas que las anteriores y por tanto conservan menos materia orgánica. La muestra Z.7, que es lutita silícea es escasa en materia orgánica.

C. ARENA LIMPIA EN LAS TRES FRACCIONES

(menores de 0,50 mm.)

TABLA III

			Mayor de 0,250mm	0,250-0,125mm	Menor de 0,125mm
Iñ.1	.	.	17,95	60,21	21,84
Iñ.2	.	.	31,19	48,95	19,86
Z.1	.	.	7,35	13,08	79,57
Z.2	.	.	23,99	17,21	58,90
Z.3	.	.	38,40	16,41	45,19
Z.4	.	.	3,78	12,14	84,08
Z.5	.	.	0,79	59,71	39,50
Z.6	.	.	0,35	15,56	84,09
Z.7	.	.	0,11	8,95	90,94
Ft.22	.	.	0,86	64,33	34,81
Ft.1	.	.	3,11	37,62	59,27
Ft.2	.	.	2,51	9,28	88,21
Ft.3	.	.	3,24	49,12	47,64
Ft.4	.	.	3,83	45,43	50,74
Ft.5	.	.	0,91	24,45	74,64
Ft.6	.	.	11,15	43,08	45,77
Ft.7	.	.	34,99	32,60	32,41
Ft.8	.	.	1,86	42,92	55,22
Ft.9	.	.	4,76	56,90	38,34
Ft.10	.	.	5,25	53,01	41,74
Ft.11	.	.	2,77	43,58	53,65
Ft.12	.	.	3,76	66,56	29,68
Ft.13	.	.	3,12	60,08	36,80
Ft.14	.	.	2,52	73,50	23,98
Ft.15	.	.	2,96	39,69	57,35
Ft.16	.	.	5,80	70,77	23,43
Ft.17	.	.	3,14	37,18	59,68
Ft.18	.	.	2,60	73,65	23,75
Ft.19	.	.	3,74	57,00	39,26
Ft.20	.	.	3,79	74,24	21,97

A la vista de la tabla (III) deducimos: en las fracciones medianas y menores es donde se acumula la arena, solo en las muestras, Iñ.1, Iñ.2, Z.2, Z.3 y Ft.11, existe bastante fracción arena en la mayor de 0,250 mm.

Luego, si se acumula la arena en las fracciones pequeñas, puede ser debido a que ha sido mayor el ataque físico sobre estas muestras que el químico.

D. FRACCION PESADA Y LIGERA

TABLA IV

Procentajes de fracción pesada en cada fracción:

	Mayor de 0,250mm	0,250-0,125mm	Menor de 0,125mm
Iñ.1 . .	0,33	0,16	0,21
Iñ.2 . .	0,01	0,08	0,07
Z.1 . .	inapreciable	1,25	0,05
Z.2 . .	inapreciable	2,02	0,75
Z.3 . .	inapreciable	0,48	0,72
Z.4 . .	0	9,15	3,11
Z.5 . .	0	0,52	0,75
Z.6 . .	0	5,82	4,71
Z.7 . .	inapreciable	inapreciable	0,06
Ft.22 . .	inapreciable	0,60	0,70
Ft.1 . .	0,03	1,72	0,60
Ft.2 . .	inapreciable	9,30	0,80
Ft.3 . .	inapreciable	0,90	0,30
Ft.4 . .	inapreciable	0,40	0,92
Ft.5 . .	inapreciable	0,80	0,33
Ft.6 . .	inapreciable	inapreciable	inapreciable
Ft.7 . .	0	8,64	4,67
Ft.8 . .	0,60	1,90	0,50
Ft.9 . .	3,86	2,13	3,78
Ft.10 . .	0,52	0,21	0,90
Ft.11 . .	0	1,12	0,70
Ft.12 . .	inapreciable	0,93	1,81
Ft.13 . .	1,62	1,53	0,73
Ft.14 . .	inapreciable	0,30	5,13
Ft.15 . .	inapreciable	0,27	0,35
Ft.16 . .	1,63	1,26	7,19
Ft.17 . .	0,53	0,22	0,24
Ft.18 . .	0,38	1,11	2,24
Ft.19 . .	0,85	0,66	1,32
Ft.20 . .	inapreciable	0,90	3,35

TABLA V

Porcentajes de fracción ligera en cada fracción:

		Mayor de 0,250mm	0,250-0,125mm	Menor de 0,125mm
Iñ.1	. .	99,67	99,84	99,79
Iñ.2	. .	99,99	99,92	99,93
Z.1	. .	100	98,75	99,95
Z.2	. .	100	97,98	99,25
Z.3	. .	100	99,52	99,28
Z.4	. .	100	90,85	96,89
Z.5	. .	100	99,48	99,25
Z.6	. .	100	94,18	95,29
Z.7	. .	100	100	99,94
Ft.22	. .	100	99,40	99,30
Ft.1	. .	99,97	98,28	99,40
Ft.2	. .	100	99,70	99,20
Ft.3	. .	100	99,10	99,70
Ft.4	. .	100	99,60	99,08
Ft.5	. .	100	99,20	99,67
Ft.6	. .	100	100	100
Ft.7	. .	100	91,36	95,33
Ft.8	. .	99,40	98,10	99,50
Ft.9	. .	96,14	97,87	96,22
Ft.10	. .	99,48	99,79	99,10
Ft.11	. .	100	98,88	99,30
Ft.12	. .	100	99,07	98,19
Ft.13	. .	98,38	98,47	99,27
Ft.14	. .	100	99,70	94,87
Ft.15	. .	100	99,73	99,65
Ft.16	. .	98,37	98,74	92,81
Ft.17	. .	99,47	99,78	99,76
Ft.18	. .	99,62	98,89	97,76
Ft.19	. .	99,15	99,34	98,68
Ft.20	. .	100	99,10	96,65

Se puede decir que la arena en las muestras está formada casi toda por fracción ligera. La fracción pesada en todas las muestras es escasísima, concentrándose en la fracción comprendida entre 0,250-0,125 y en la menor de 0,125, en esta es donde se acumula principalmente. Muchas muestras solo tienen minerales pesados en la fracción menor de 0,125, la fracción mayor de 0,250 de minerales pesados en muchas muestras ni existe.

El hecho de que los minerales pesados se acumulen fundamentalmente en la fracción menor de 0,125 debe ser debido a la existencia de ataque físico.

E. MINERALOGIA DE LA FRACCION PESADA

ASOCIACION DE MINERALES PESADOS TRANSPARENTES

TABLA VI

Asociación en dos fracciones:

		<u>0,250-0,125 mm.</u>	<u>Menor de 0,125 mm.</u>
Iñ.1	. . .	Turmalinas-micas- -minerales de TiO_2	Micas-turmalinas- -minerales de TiO_2
Iñ.2	. . .	Turmalinas-micas- -minerales de TiO_2	Circones-minerales de TiO_2 -turmalinas
Z.1	. . .		Circones-minerales de TiO_2 -turmalinas
Z.2	. . .		
Z.3	. . .		Minerales de TiO_2 - -micas-circones
Z.4	. . .		Circones-turmalinas- -minerales de TiO_2
Z.5	. . .	Turmalinas-minera les de TiO_2 -circones	Circones-turmalinas- -minerales de TiO_2
Z.6	. . .		
Z.7	. . .		Circón-dolomitas- TiO_2 o turmalina
Ft.22	. . .	Turmalina-estauro lita-micas	Turmalina-circón- -estauroлита
Ft.1	. . .	Micas	Turmalina-micas-estau rolita o TiO_2
Ft.2	. . .	Micas	Micas-circón-turmalina
Ft.3	. . .	Micas-turmalina- -estauroлита	Turmalina-estauroлита- -minerales de TiO_2
Ft.4	. . .		Micas-circones-glauc <u>o</u> nitas
Ft.5	. . .		

	<u>0,250-0,125 mm.</u>	<u>Menor de 0,125 mm.</u>
Ft.6 . . .		
Ft.7 . . .		Micas-turmalinas- -glauconitas
Ft.8 . . .		Micas-circones-turma linas
Ft.9 . . .		Micas-glauconitas- -granate-dolomita
Ft.10 . . .		
Ft.11 . . .		Circones-minerales de TiO_2 -turmalinas
Ft.12 . . .		
Ft.13 . . .		
Ft.14 . . .		
Ft.15 . . .		Circones-turmalinas- -micas
Ft.16 . . .		Micas-turmalinas- -circones
Ft.17 . . .	Micas	Micas-circones-turma linas
Ft.18 . . .		
Ft.19 . . .		Circones-micas-turma linas
Ft.20 . . .		

Solo en las muestras Iñ.1, Iñ.2, Ft.22, Ft.1, Ft.2, Ft.3 y Ft.17, se ha podido establecer asociación en la fracción 0,250-0,125 mm. El resto de las muestras solo presentan asociación en la menor de 0,125 mm.

TABLA VII

Asociación media de las dos fracciones:

Iñ.1	.	.	Turmalinas-micas-minerales de TiO_2
Iñ.2	.	.	Turmalinas-circones-minerales de TiO_2
Z.1	.	.	Circones-minerales de TiO_2 -turmalinas
Z.2	.	.	
Z.3	.	.	Minerales de TiO_2 -micas-circones.
Z.4	.	.	Circones-turmalinas-minerales de TiO_2
Z.5	.	.	Turmalinas-circones-minerales de TiO_2
Z.6	.	.	
Z.7	.	.	Circones-dolomitas-minerales de TiO_2 o turmalinas
Ft.22	.	.	Turmalinas-estaurolitas-micas
Ft.1	.	.	Micas-turmalinas-estaurolitas
Ft.2	.	.	Micas-circones-turmalinas
Ft.3	.	.	Turmalinas-micas-estaurolitas
Ft.4	.	.	Micas-circones-glaucónitas
Ft.5	.	.	
Ft.6	.	.	
Ft.7	.	.	Micas-turmalinas-glaucónitas
Ft.8	.	.	Micas-circones-turmalinas
Ft.9	.	.	Micas-glaucónitas-granates-dolomitas
Ft.10	.	.	
Ft.11	.	.	Circones-minerales de TiO_2 -turmalinas
Ft.12	.	.	
Ft.13	.	.	
Ft.14	.	.	
Ft.15	.	.	Circones-turmalinas-micas
Ft.16	.	.	Micas-turmalinas-circones
Ft.17	.	.	Micas-circones-turmalinas
Ft.18	.	.	
Ft.19	.	.	Circones-micas-turmalinas
Ft.20	.	.	

En las muestras Z2, Z.6, Ft.5, Ft.6, Ft.10, Ft.12, Ft.13, Ft.14, Ft.18 y Ft.20, no se ha podido establecer asociaciones en ninguna de las dos fracciones, debido a que el número de minerales transparentes no llega a 30, y como consecuencia no se ha podido hacer media de dos fracciones en estas muestras.

1) Comparación de asociaciones, en las muestras que las presentan en las dos fracciones:

Ibañarrieta.1:

La fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm. está formada prácticamente por turmalinas y micas (moscovita y biotitas), en menor proporción minerales de titano. La fracción menor de 0,125, formada en su mayor parte por micas (moscovitas), las turmalinas y minerales de titano, en menor cantidad, aparecen en casi igual proporción, y hay bastante circón, interesante la escasa cantidad de glauconita.

Ibañarrieta.2:

La fracción comprendida entre 0,250-0,125 mm., está formada en su mayor parte por turmalinas, el resto

son micas (moscovitas, biotitas y cloritas), algunos minerales de titano y circones. La fracción menor de 0,125, formada principalmente por circones y bastantes minerales de titano, algo de turmalinas y moscovita.

Zarauz.5:

La fracción mediana formada casi toda por turmalinas, algunos minerales de titano y circones, algo de biotita y moscovita, La fracción menor de 0,125, formada principalmente por circones, bastantes turmalinas y minerales de titano, algo de moscovita y biotita, interesante la existencia de glauconitas y algo de estaurolita.

Fuenterrabía.22:

Formada la fracción comprendida entre 0,250-0,125, casi toda de turmalinas, hay bastantes estaurolitas, y micas (moscovitas y biotitas), interesante la existencia de glauconitas. La fracción menor de 0,125, tiene bastantes turmalinas, pero abundan también los circones y estaurolitas, interesante la existencia de algunos minerales de titano y algunas micas (moscovita y biotita), ésta fracción presenta el doble de cantidad de glauconitas que la otra.

Fuenterrabía.1:

Formada la fracción 0,250-0,125 prácticamente toda de micas (moscovitas fundamentalmente y biotitas menos). La fracción menor de 0,125, está formada de turmalinas predominantemente, bastantes micas (moscovitas y biotitas), y en menor proporción, estaurolitas y minerales de titano.

Fuenterrabía.2:

Formada la fracción 0,250-0,125 prácticamente por micas (moscovitas y algunas biotitas). En la fracción menor de 0,125, se acumulan micas (moscovitas, biotitas y escasas cloritas) pero en menor proporción que en la anterior, formando la asociación junto a las micas los circones y turmalinas, en escasa proporción algunos minerales de titano y de metamorfismo, importante algo de estaurolita, interesante la existencia de algunas glauconitas.

Fuenterrabía.3:

En la fracción comprendida entre 0,250-0,125, dominan las micas (moscovitas, biotitas éstas en mayor proporción y cloritas), muchas turmalinas y bastantes estaurolitas, algunos minerales de titano y de metamorfismo pero éstos en escasa proporción. En la fracción menor de

0,125, las turmalinas y estaurolitas son las que aparecen en mayor cantidad siguiéndolas en importancia los minerales de titano, hay algunas micas (moscovitas, biotitas y cloritas) y algunos minerales de metamorfismo, interesante la existencia de glauconitas aunque en escasa proporción.

Fuenterrabía.17:

La fracción comprendida entre 0,250-0,125, formada prácticamente de micas (moscovitas y algunas cloritas) se encuentran en escasa proporción algunas turmalinas y escasísima estaurolita. En la fracción menor de 0,125 se acumulan fundamentalmente micas (moscovitas y algunas cloritas), y circones existen bastantes turmalinas, hay algunos minerales de metamorfismo, estaurolita y distena y de titano, interesante la existencia de algunas glauconitas.



2) Rocas análogas por la asociación media de las dos fracciones:

Turmalinas-micas-minerales de TiO_2 :

Iñ.1, únicamente esta roca presenta esta asociación. Entre las micas presenta mucha moscovita y algo de biotita, poco abundantes los minerales de titano, algo de metamórficos y glauconita.

Circones-minerales de TiO_2 -turmalinas:

Las rocas que presentan esta asociación son:

Iñ.2, Z.1, Z.4, Z.5 y Ft.11.

Iñ.2: Por su edad geológica distinta al resto, no nos sirve para correlacionar. Las turmalinas y circones son los dominantes, y hay algunas micas (moscovita, biotita y clorita).

Z.1: Los tres componentes de la asociación aparecen en cantidades parecidas, hay algunas micas (moscovitas), algo de estaurolita.

Z.4: Dominan los circones y turmalinas, hay algunos minerales metamórficos, como estaurolita.

Z.5: Dominan las turmalinas, hay algo de micas (moscovita y biotitas) y algunas glauconitas y algo de estaurolita.

Ft.11: Dominan los circones, hay algunas micas (moscovitas), minerales metamórficos, algo de estaurolit^{as} y glauconitas.

Minerales de titano-micas y circón:

Solo presenta esta asociación la muestra Z.3. Presenta abundantes turmalinas y algo de glauconita. Las micas son fundamentalmente moscovitas y algo de biotitas, hay algo de minerales de metamorfismo.

Circones-dolomitas-minerales de titano o turmalinas:

Solo presenta esta asociación la muestra Z.7. Hay algo de glauconitas y estaurolitas.

Turmalinas-estaurolitas-micas:

Presentan esta asociación las muestras Ft.22, Ft.1 y Ft.3.

Ft.22: Dominan las turmalinas, las micas son moscovitas y biotitas, hay minerales de titano y glauconi^{tas}.

Ft.1: Dominan las micas, moscovitas fundamentalmente y algunas biotitas, hay minerales de titano y algunos metamórficos.

Ft.3: En igual proporción las turmalinas y micas (moscovitas y algo de biotitas y cloritas), hay algunos minerales de titano y metamórficos y algo de glauconitas.

Micas-circones-turmalinas:

Presentan esta asociación las muestras Ft.2, Ft.8, Ft.15, Ft.16, Ft.17 y Ft.19.

Ft.2: Dominan las micas (mucho moscovita, algo de biotita y clorita), hay algo de minerales de titano y metamórficos, se encuentra estauroлита. Interesante la existencia de glauconitas aunque en pequeña proporción.

Ft.8: Dominan micas (fundamentalmente moscovitas y algo de biotita), hay algo de minerales de titano y metamórficos, bastantes glauconitas.

Ft.15: Dominan los circones, dentro de las micas solo hay moscovitas, hay minerales de titano y metamórficos, se encuentra estauroлита, algo de glauconita.

Ft.16: Dominan las micas (moscovita, algo de biotita y clorita). Hay minerales de titano y metamórficos, algo de estauroлита, glauconita y dolomita.

Ft.17: Dominan micas (moscovitas y algunas cloritas), hay minerales de titano, metamórficos, algo de estaurolita y dolomita.

Ft.19: Dominan los circones, las micas son fundamentalmente moscovitas, algo de biotita, minerales de titano, metamórficos, algo de estaurolita y glauconita.

Micas-circones-glauconitas:

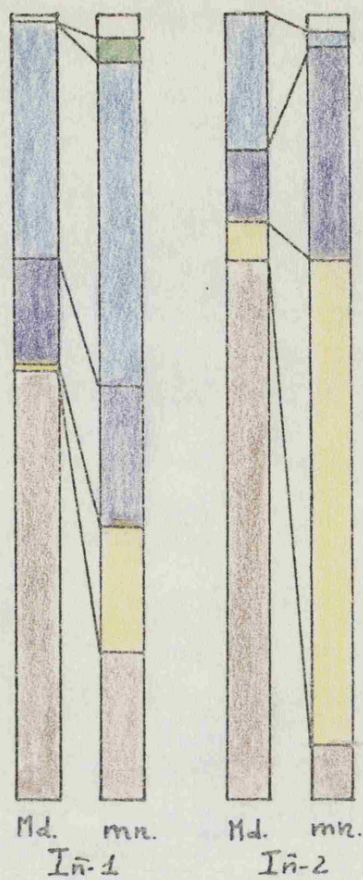
Solo la muestra Ft.4 presenta esta asociación, hay algo de minerales de titano.

Micas-turmalinas-glauconitas:

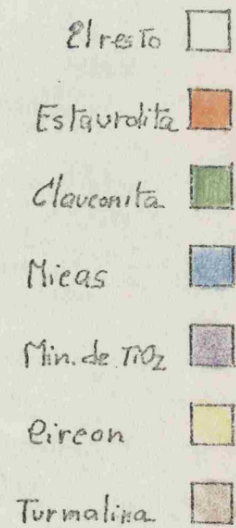
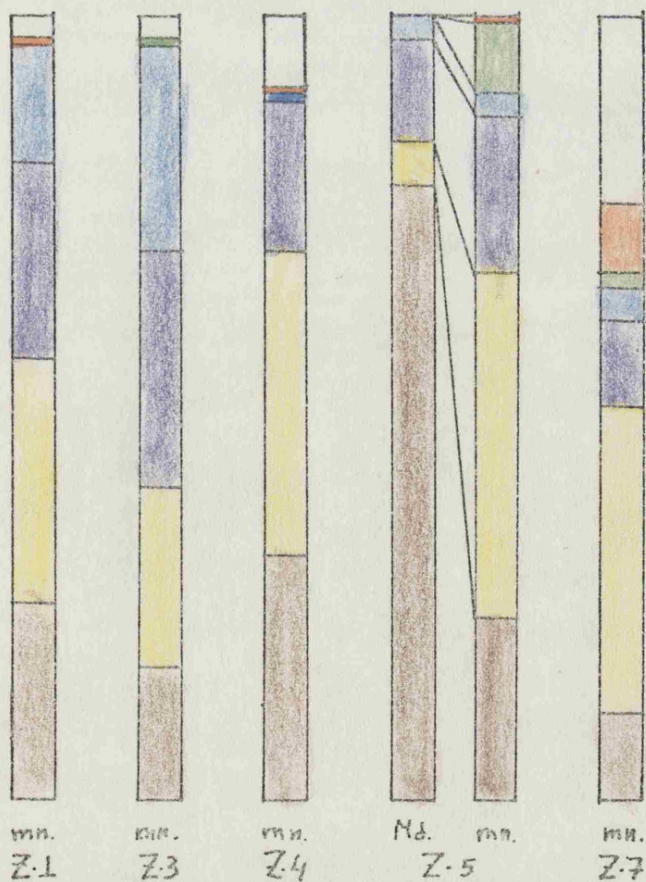
Solo la muestra Ft.7 presenta esta asociación, presenta algunos circones.

Micas-glauconitas-granates-dolomitas:

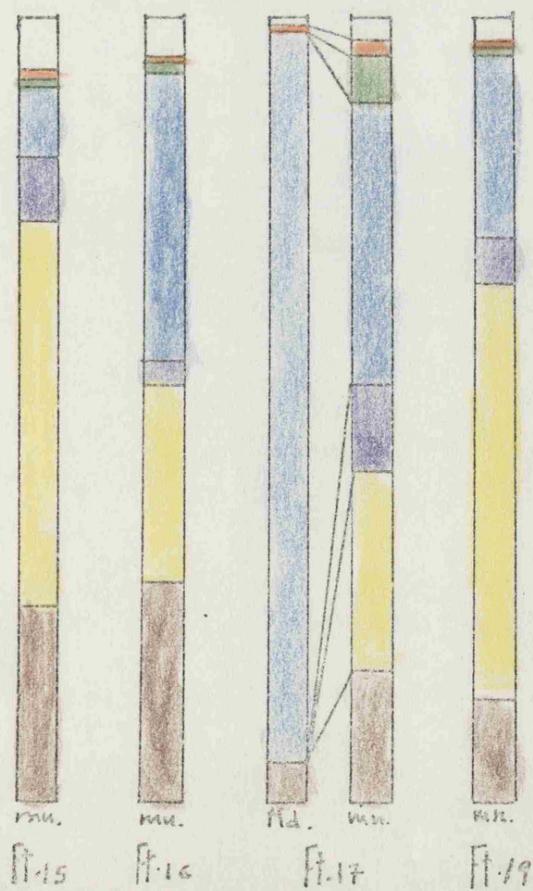
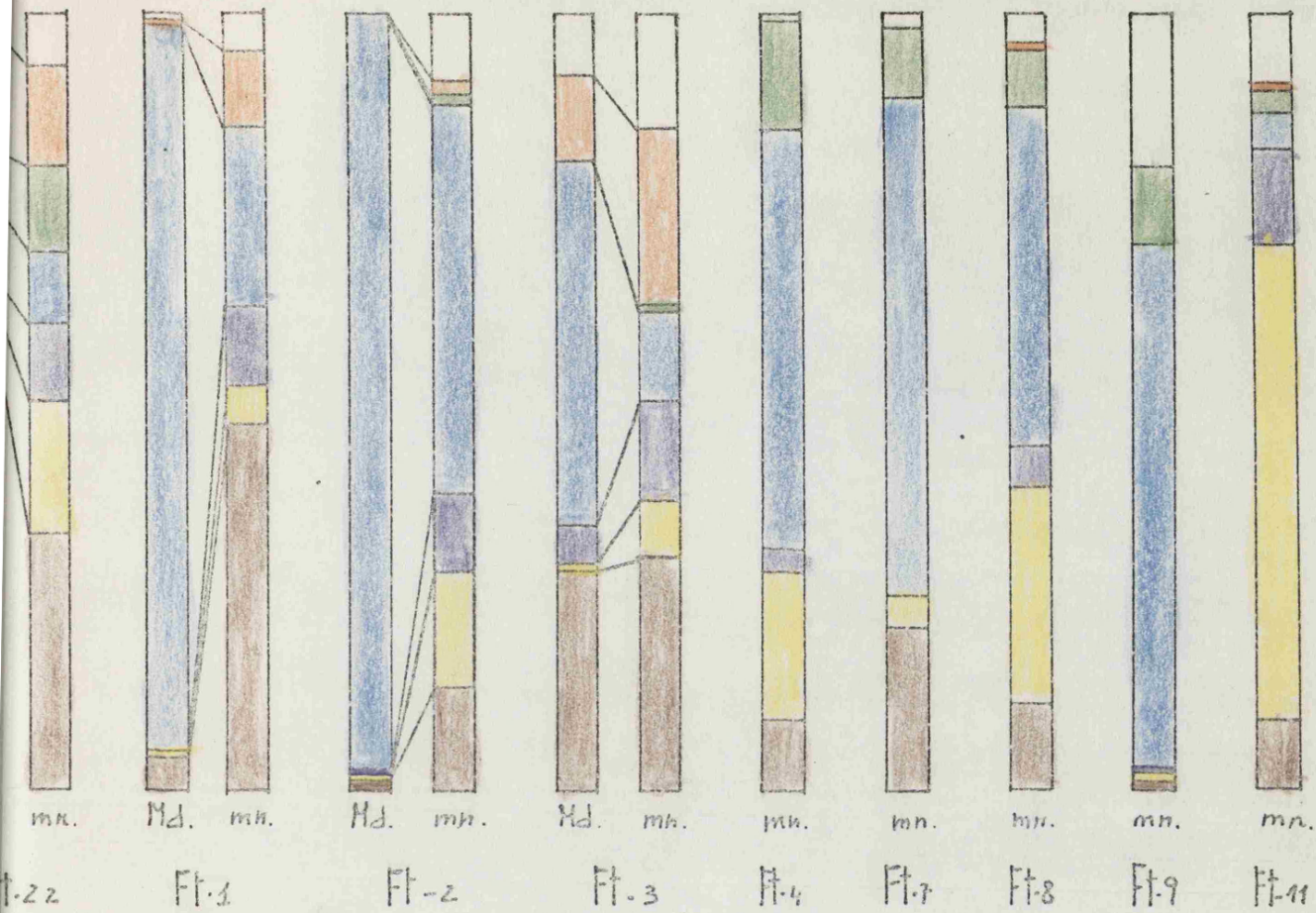
Solo la muestra Ft.9 presenta este tipo de asociación. Además de los minerales de la asociación, en pequeña cantidad aparecen circones, turmalinas y anatasas.



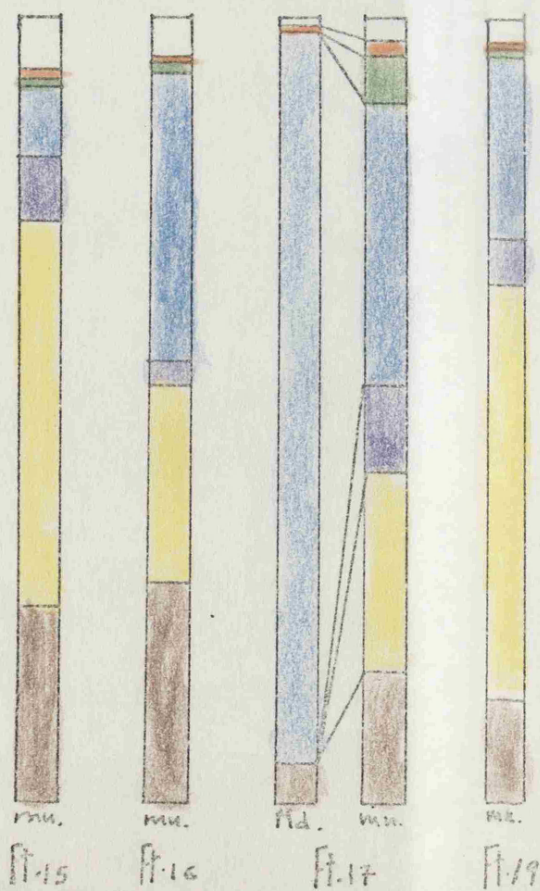
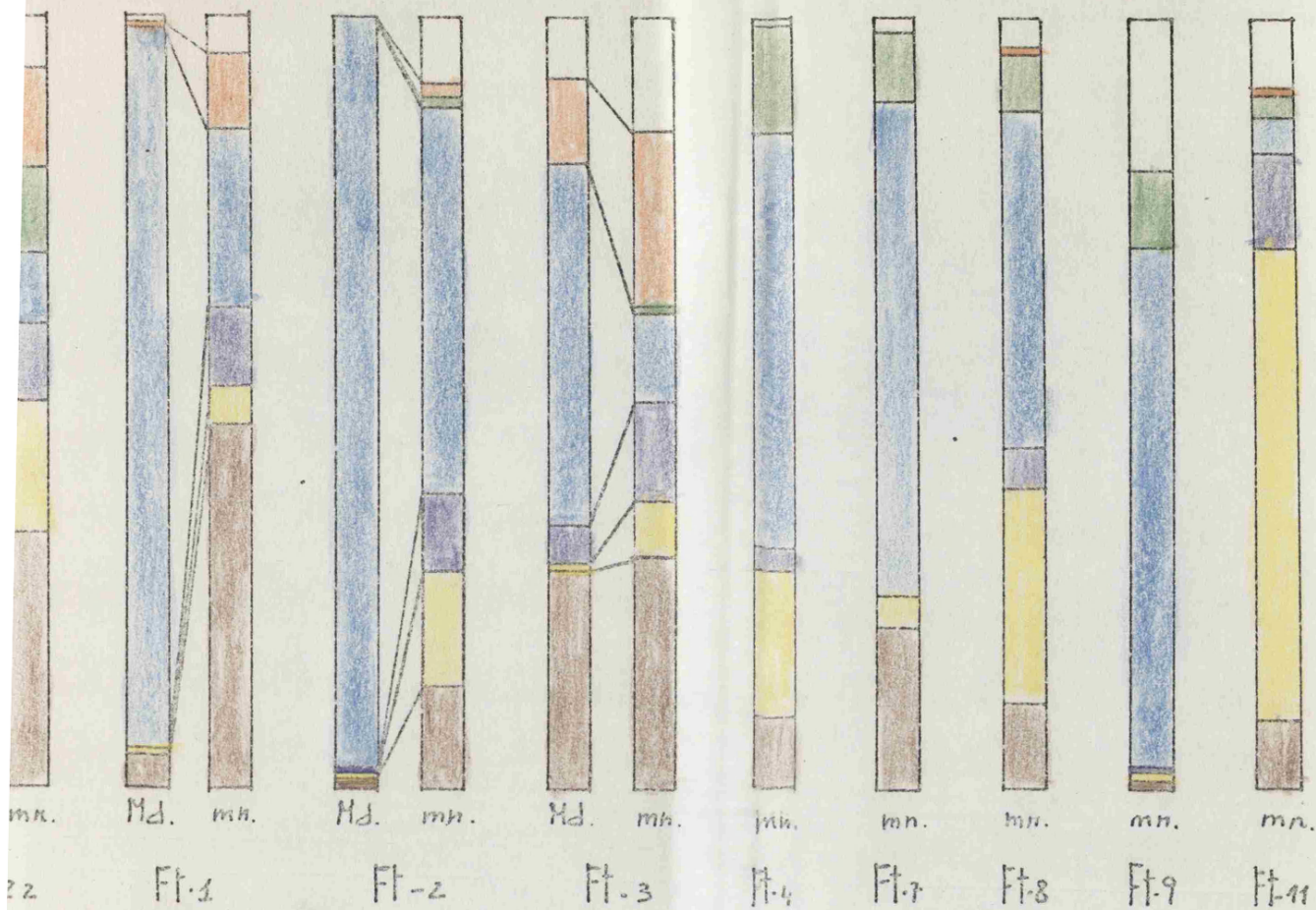
Ibañarrieta



Zarou z



Fuenterrabia



Fuenterrabia

ARENISCAS

ARENISCAS CALCAREAS

MARGAS ARENOSAS

MARGAS

MARGAS CALCAREAS

LUTITAS

ARENISCASIbañarrieta.1:

En cuanto a los minerales pesados transparentes, se observa:

Acumulación de turmalinas en la fracción mediana, bastantes micas (moscovitas, biotitas), rutilos y anatasas, algo de distena y circón. Acumulación de micas (moscovitas, no hay biotitas), en la fracción menor, bastantes turmalinas y circones abundantes rutilos y anatasas (más que en la mediana), algo de glauconita granates y epidotas.

Las turmalinas de esta muestra son de todos los colores pero las más abundantes son las de colores marrones y amarillos, con formas en general angulares, y algunos prismas. Las micas son laminares con extinción ondulante. Los circones de todas las formas y grados de rodamiento, pero los más subangulares y subrodados. Los rutilos rojos subrodados. Las anatasas con formas tabulares más o menos perfectas, en general amarillas algunas bastante ennegrecidas.

En cuanto a los opacos y alteritas se observa:

Escasísimos opacos naturales, no muy abundantes opacos de alteración, acumulándose en la fracción mediana y menor sobre todo en esta. En la fracción mediana parecen ser leucoxenos y en la menor leucoxenos y algunas sideritas,

formas subangulares y subrodados fundamentalmente. Las alteritas escasas, se acumulan en la mediana y menor sobre todo en aquella. No ha sido posible identificarlas por tener enmascarada su superficie.

Ibañarrieta.2:

En cuanto a los minerales transparentes se observa:

Acumulación en la fracción menor y escasos en la mediana.

Acumulación de turmalinas en la mediana, aunque en número no son abundantes, algo de micas, circones y rutilos. Acumulación de circones y rutilos en la fracción menor, algunas turmalinas y anatasas, escasas moscovitas y monacitas.

Las turmalinas en esta muestra son variadas de colores, las más abundantes las de color marrón, formas en general subrodadas, escasas prismáticas en la fracción mediana, en cambio en la fracción menor son subangulares. Los circones, de todas las formas pero abundan los rodados y subrodados. Los rutilos, en general rojizos solo alguno amarillento, formas subrodadas. Las anatasas tabulares.

En cuanto a los opacos y alteritas se observa:

Escasísimos opacos naturales, abundantes opacos de alteración en la fracción mediana y menor, subangulares y subrodados algunos angulares en la menor, posiblemente sean leucoxenos. Las alteritas abundantes en la fracción media

na y menor, sobre todo en aquella, no ha sido posible su identificación, por tener enmascarada la superficie.

Estudio comparativo de Ibañarrieta 1, Ibañarrieta.2:

- Mayor variedad y abundancia de minerales pesados transparentes en Ibañarrieta 1 que en Ibañarrieta 2, en cambio mayor cantidad de opacos en Ibañarrieta 2 que en Ibañarrieta 1, así como de alteritas.
- Fracciones medianas: En Ibañarrieta 1, se acumulan las turmalinas acompañadas de moscovitas y biotitas, con bastante rutilos y anatasas. En Ibañarrieta 2 se acumulan solo turmalinas.
- Fracciones menores: En Ibañarrieta 1 se acumulan las moscovitas acompañadas de circones y turmalinas, bastantes rutilos y anatasas más que en la mediana, interesante la glauconita. En Ibañarrieta 2, se acumulan los circones y rutilos, con algunas turmalinas y anatasas.
- Las turmalinas más abundantes de Ibañarrieta 1 son las amarillas y marrones, en cambio en Ibañarrieta 2 son las marrones. En Iñ.1 son subangulares y en Iñ.2 subrodadas.
- Las micas de Iñ.1 son casi todas moscovitas y con extinción ondulante.
- Los circones en ambas muestras se presentan de todas las formas pero los más abundantes son los subangulares y subrodados, siendo más rodados en Iñ.2.

- Los rutilos en ambas muestras subrodados, siendo los rojos los más abundantes.
- Las anatasas, en ambas más o menos tabulares, algunas ennegrecidas.
- Los opacos, parecen ser leucoxenos en ambas muestras y fracciones. Solo posibles sideritas en Iñ.1 menor de 0,125. Las formas subangulares y subrodadas.

Zarauz.5:

Acumulación de los minerales transparentes en la fracción mediana y menor. En la fracción mediana abundancia de turmalinas, acompañadas por algunos circones, anatasas y rutilos, escasas micas (biotitas y moscovitas). En la fracción menor acumulación de circones, turmalinas, anatasas y rutilos, bastantes glauconitas y algunas micas (moscovitas y biotitas). Las turmalinas se presentan con formas angulares y subangulares, de todos los colores pero las más abundantes son las amarillas y marrones. Los circones se presentan de todas las formas, pero están más rodados en la fracción mediana y curioso la existencia de circones rosados y algunos isotropizados en la fracción menor. Los rutilos son rojos y las anatasas tabulares.

Los opacos naturales son escasísimos. Los de alteración abundantes, acumulándose en la fracción mediana y menor, siendo sideritas y limonitas en la mediana y solo limonitas en la menor.

Las alteritas muy abundantes en la fracción mediana y escasas en la menor.

Fuenterrabía.22:

Escasos minerales transparentes en esta muestra, acumulándose en la fracción menor de 0,125 y no llegando a 100. En la fracción mediana dominio de las turmalinas, algo de micas, glauconitas, rutilos y estaurolitas. En la menor dominio de las turmalinas, bastantes circones, micas estaurolitas y rutilos y anatasas, algunas distenas, monacitas y epidotas. Las turmalinas más abundantes son las marrones en la fracción mediana y las marrones amarillas y verdes en la menor. Formas en general angulares. Los circones se presentan de todas las formas, desde prismáticos, prismáticos piramidados a angulares, subangulares, subrodados y rodados. Las micas (moscovitas y biotitas) en ambas fracciones. Las estaurolitas astilladas y subangulares. Las anatasas tabulares.

Los opacos de alteración son abundantes acumulándose en la fracción menor, dominan en la mediana los posibles leucoxenos, algunas limonitas, sideritas e illmenitas. En la fracción menor dominan las posibles limonitas, bastantes sideritas leucoxenos e illmenitas. La forma de presentarse los granos suele ser subangular y subrodada siendo algo más rodados en la menor.

Las alteritas no son abundantes y se acumulan en la fracción mediana y menor. No han podido identificar se por tener enmascarada su superficie.

Fuenterrabía.1:

Muchos minerales pesados transparentes. Curioso hasta en la fracción mayor existen bastantes transparentes Dominio de micas en la fracción mayor sobre todo moscovitas y algunas biotitas decoloradas posiblemente. La fracción mediana formada prácticamente por micas (moscovita, biotitas decoloradas y biotitas), acompañadas por algo de circones, estaurolitas, sillimanitas y algunas turmalinas. En la fracción menor dominan las turmalinas, las micas, (moscovitas y biotitas), las anatasas, rutilos y estaurolitas, acompañados de circones, dolomitas y algunos minerales de metamorfismo. Las micas presentan casi todas extinción ondulante. Las turmalinas formas angulares, prismáticas y algunas rodadas, dominan las de color amarillo y marrón. Las anatasas tabulares bastante ennegrecidas. Los rutilos rojos amarillos y algún illmenorutilo. Las estaurolitas astilladas y los circones se presentan con formas prismáticas y rodadas.

Los opacos de alteración no muy abundantes se acumulan en la fracción menor. Las posibles sideritas encuentran en la fracción mayor y mediana y escasamente en la menor, las posibles limonitas se encuentran en la frac

ción mediana y menor sobre todo en ésta muy abundantes. Luego los opacos que se encuentran en mayor número en esta muestra son las limonitas. Las formas que presentan son subangulares en general algo más rodados en la menor de 0,125.

Las alteritas no son abundantes. Acumulándose en la fracción menor. No han podido ser identificadas por tener ennegrecida su superficie.

Fuenterrabía.17:

Los minerales transparentes se acumulan en la fracción mediana y menor. Dominan las micas en la fracción mediana (moscovitas, alguna clorita) acompañadas de algunas turmalinas y escasísimas estaurolitas y epidotas. Dominio de micas, circones y turmalinas en la menor, acompañadas de anatasas, rutilos, broquitas y algunas glauconitas, distenas, estaurolitas y monacitas. Las micas con extinción ondulante y completa. Los circones de todas las formas desde angulares a rodados. Las turmalinas angulares y prismáticas de colores fundamentalmente marrones, amarillos e incoloras. Las anatasas tabulares. Los rutilos rojos y algunos illmenorutilos. Las broquitas tabulares. Las estaurolitas subangulares.

Los opacos de alteración no son abundantes acumulándose en la fracción menor. Las sideritas en la frac-

ción mayor, leucoxenos en la mediana y limonitas en la menor. Las limonitas son las más abundantes en número. En la fracción mediana hay también aunque en menor cantidad illmenitas, sideritas y limonitas y en la menor, leucoxenos, sideritas e illmenitas. Las formas de los opacos son rodadas, subrodadas y subangulares.

Las alteritas no son abundantes. Se acumulan en la fracción menor. No han sido identificadas por tener sucia la superficie.

Estudio comparativo entre Fuenterrabía.1, Fuenterrabía.22 y Fuenterrabía.17:

- Escasos minerales transparentes en Ft.22, por el contrario abundantes y acumulándose en la fracción mediana y menor en Ft.1 y Ft.17.
- Los opacos de alteración son abundantes en Ft.22, acumulándose en la fracción menor. No son abundantes y se acumulan también en la menor en Ft.1 y Ft.17.
- Las alteritas son escasas en las tres muestras. En Ft.22 se acumulan en la fracción mediana y menor y en Ft.1 y Ft.17 se acumulan en la menor.
- Fracción mayor de 0,250:
 - En Ft.22, no hay transparentes.
 - En Ft.1 muchas micas (moscovitas y biotitas decoloradas).
 - En Ft.17 no hay minerales transparentes.

Existe semejanza entre Ft.1 y Ft.17.

--Fracción menor de 0,125:

En Ft.22, dominio de turmalinas, bastantes circones, micas, estaurolitas y rutilos y anatasas.

En Ft.1, dominio de turmalinas, micas, (moscovita y biotita), anatasas, rutilos y estaurolitas.

En Ft.17, dominio de las micas, circones y turmalinas.

Existe bastante semejanza entre Ft.1 y Ft.17.

--Solo hay glauconitas en Ft.22 y Ft.17.

--Las micas presentan extinción ondulante. Las turmalinas de las tres muestras son angulares y algunas prismáticas y en general las más abundantes son las marrones y amarillas. Las estaurolitas se suelen presentar astilladas. Las anatasas tabulares. Los rutilos rojos e illmenorutilos y en Ft.1 algunos amarillos. Los circones de todas las formas.

--Hay mayor cantidad de minerales de metamorfismo en Ft.22 y Ft.1 que en Ft.17, sobre todo estaurolitas.

--Por lo que respecta a los minerales opacos, Ft.1 y Ft.17 son las parecidas.

En Ft.22 los dominantes son los leucoxenos y limonitas, acompañados de sideritas e illmenitas.

En Ft.1 los dominantes son las limonitas acompañadas por algunas sideritas.

En Ft.17 los dominantes son las limonitas acompañadas por algunos leucoxenos y sideritas.

ARENISCAS CALCAREAS

Zarauz.1:

En cuanto a los minerales transparentes:

Acumulación en la fracción menor de 0,125 (no llegando a 200), escasísimos en la fracción mediana y casi no existen en la mayor.

En la fracción menor se acumulan, circones, turmalinas y minerales de TiO_2 (anatasas y rutilos), acompañados de moscovitas en bastante cantidad, estaurolitas, monacitas y espinclas en pequeña cantidad. En la fracción mediana, escasas anatasas, apatitos y fluoritas. En la fracción mayor escasísimas moscovitas.

Los circones se presentan angulares, subrodados, rodados, Las turmalinas, dominantes son las amarillas y marrones y bastantes verdes, con formas prismáticas y subangulares. Las anatasas son tabulares amarilla y los rutilos angulares.

En cuanto a los opacos y alteritas:

Se acumulan los minerales opacos en la fracción menor de 0,125, siendo abundantes en la mediana y escasos en la mayor. Las alteritas se acumulan en la fracción mediana y menor, siendo escasísimas en la mayor.

Los opacos de la fracción mediana son sideritas subangulares y los de la fracción menor, limonitas y leucoxenos subrodados y rodados, escasos angulares. Las alteritas no han podido ser identificadas.

Zarauz.2:

En cuanto a los minerales transparentes:

Escasísimos en fracción mediana y menor, no existentes en la mayor, siendo en la menor de 0,125 donde aparecen algunos más.

En la menor dominio de moscovitas y circones, escasísimas biotitas. En la mediana algunas epidotas y biotitas.

Las micas son laminares.

En cuanto a los opacos y alteritas:

Los opacos se acumulan en la fracción mediana y menor, siendo poco abundantes, hay algunos en la mayor. Las alteritas son escasas acumulándose en la fracción mediana y menor. Los opacos de la mayor subrodados y rodados, sideritas y limonitas, los de la mediana rodadas sideritas,

escasas limonitas y en la menor subrodados leucóxenos y sideritas. Las alteritas no han podido ser identificadas.

Zarauz.3:

En cuanto a los minerales transparentes:

Se acumulan en la fracción menor de 0,125 (no llegando a 200), algunos en la mediana y mayor.

Dominan los minerales de titano (rutilos y anatasas), las moscovitas y los circones, acompañados de bastantes turmalinas, algo de glauconita, biotita y sillimanita, en la fracción menor de 0,125. En la fracción mediana, solo moscovitas y alguna biotita. En la fracción mayor de 0,250 dominio de moscovitas y turmalinas, acompañadas de circón, biotita y alguna glauconita.

Las moscovitas, laminares, los circones rodados, piramidados y prismáticos, las anatasas tabulares ennegrecidas, los rutilos angulares y prismáticos, las turmalinas dominantes son las amarillas y marrones, algunas verdes, siendo prismáticas y angulares.

En cuanto a los opacos y alteritas:

Los opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125, escasísimos en las otras dos fracciones. Acumulación de alteritas en la fracción menor de 0,125, escasas en la fracción mediana y no existen en la mayor.

Los minerales opacos parecen ser leucoxenos subangulares y subrodados. Las alteritas no han podido ser identificadas.

Fuenterrabía.3:

En cuanto a los minerales transparentes:

Se acumulan en la fracción mediana y en la menor, siendo escasos en la mayor solo 47.

En la fracción mayor de 0,250, dominan las micas sobre todo biotitas, acompañadas de moscovitas, escasas cloritas y circones. En la fracción mediana, dominio de biotitas, turmalinas y estaurolitas, acompañadas de moscovitas, cloritas y minerales de titano (anatasas, broquitas y rutilos) y dolomitas en pequeñas proporciones, escasas sillimanitas, granates, monacitas y circones. Dominio de turmalinas, estaurolitas y minerales de titano (anatasas y rutilos) en la menor de 0,125, acompañados de granates, micas (biotita, moscovita y clorita), epidotas y circones, escasísimas monacitas y glauconitas.

Las micas son laminares, la mayoría con extinción ondulante; las estaurolitas angulares y astilladas, algunas macladas; las anatasas tabulares incoloras, amarillas y azules; los rutilos, angulares y subrodados, amarillos y rojizos, algunos maclados; las turmalinas dominantes son las amarillas y marrones, algunas bicolores azul-marrón y

alguna rosa y verde, existiendo de estas últimas más en la fracción menor que en la mediana, las formas que presentan son angulares, prismáticas, subangulares y algunas más rodadas en la menor; los granates incoloros y rosados angulares, las epidotas amarillas, los circones prismáticos y angulares, subrodados y rodados.

En cuanto a los opacos:

Se acumulan en la fracción mediana y menor, sobre todo en ésta y las alteritas escasas, acumulándose en la mediana, escasas en las otras dos.

Los opacos son subangulares y angulares, sideritas y leucocoxenos en las tres fracciones, alguna limonita en la mediana y alguna illmenita en la menor. Las alteritas no han podido ser identificadas.

Fuenterrabía.11:

Los minerales transparentes:

Se acumulan en la fracción menor de 0,125, no existen en la mayor y son escasos en la mediana.

Dominio de circones en la fracción menor, acompañados de minerales de titano (rutilos, anatasas y titanitas), turmalinas y moscovitas, éstos en bastante menor cantidad, escasas glauconitas, monacitas, estaurolitas, granates, distenas y epidotas. En la fracción mediana dominio de moscovitas, escasas biotitas, circones, turmalinas y granates.

Los circones, son angulares, subrodados y rodados; las anatasas tabulares amarillas y azules; los rutilos amarillos; las titanitas tabulares, las turmalinas, amarillas marrones y alguna verde, alguna bicolor prismáticas y angular; las moscovitas con extinción ondulante y completa, los granates incoloros y amarillos, las estaurolitas astilladas.

Los minerales opacos y alteritas:

Acumulación de opacos en la fracción menor, algunos en la mediana, no existen en la mayor. Igual sucede con las alteritas, pero en la fracción menor se encuentran en gran cantidad.

Los opacos, son angulares y subangulares, sideritas, leucoxenos, laguna illmenita y limonita en la mediana, en la fracción menor algo más rodados, leucoxenos, sideritas y limonitas en bastante cantidad, abundantes illmenitas. Las alteritas no han podido ser identificadas.

Estudio comparativo de las muestras: Z.1, Z.2 y Z.3:

- Los minerales pesados transparentes se acumulan en las tres muestras en la fracción menor de 0,125, siendo muy abundantes en cantidad en Z.1 y Z.3 y escasos en Z.2.
- Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125, siendo escasos en las otras dos fracciones. Ahora bien en Z.2 aún en esta fracción son escasos.

- Acumulación de las alteritas en la fracción menor de 0,125. En Z.1 y Z.2 en la fracción mediana también hay. En las tres muestras son escasísimos en la fracción mayor de 0,250.
- Los circones son dominantes en las tres muestras. En Z.1 también dominantes, turmalinas y minerales de titano, en Z.2, moscovitas y en Z.3 moscovitas y minerales de titano. Acompañando a estos minerales, son abundantes en Z.1 las moscovitas, y en Z.3 las turmalinas. Interesante la existencia de glauconita en Z.3 aunque en pequeña cantidad.
- Las turmalinas dominantes son las amarillas y marrones y en menor cantidad las verdes, todas prismáticas y angulares, en Z.1 y Z.3 ya que en Z.2 no hay. Los circones en todas las muestras presentan todas las formas desde prismáticos, angulares a subrodados y rodados. Las micas laminares. Las anatasas, tabulares, más ennegrecidas en Z.3. Los rutilos angulares y prismáticos.
- Los opacos son subangulares, subrodados y rodados en Z.1 y Z.3 Subrodados y rodados en Z.2. En Z.1 y Z.2, son sideritas, limonitas y leucoxenos y en Z.3 leucoxenos.

Estudio comparativo de las muestras Ft.3 y Ft.11:

- Acumulación de los minerales pesados transparentes en la mediana y menor en Ft.3 y en la menor en Ft.11.

--Acumulación de los minerales opacos en la fracción mediana y menor de Ft.3 y en la menor de Ft.11.

--Acumulación de las alteritas, en la fracción mediana en Ft.3 y en la menor de Ft.11.

--Muy variada en especies minerales transparentes, Ft.3 y pobre Ft.11. En la fracción menor y mediana de Ft.3 son dominantes, las turmalinas y estaurolitas, ahora bien, en la mediana también biotitas y en la menor minerales de titano. En la fracción mediana de Ft.11, dominantes son las moscovitas y en la menor circones.

Los minerales acompañantes en Ft.3 son, granates, circones, epidotas, micas y minerales de titano, cuando no están entre los dominantes. Los minerales acompañantes en Ft.11, son las turmalinas, moscovitas y minerales de titano, en la fracción menor.

Muy interesante la existencia de glauconita en ambas muestras, y dolómitas en Ft.3.

--Las micas laminares algunas con extinción ondulante. Las estaurolitas angulares y astilladas, alguna maclada.

Las turmalinas, dominantes son las amarillas y marrones, angulares, prismáticas y subangulares, algo más rodadas en menores. Las anatasas tabulares, incoloras, amarillas y azules. Los rutilos angulares y subrodados. Los circones prismáticos, angulares, subrodados y rodados.

--Los opacos, angulares y subangulares, algo más rodados en las fracciones menores, son sideritas, y leucóxenos,

alguna limonita e illmenita, en Ft.11, hay más illmenita y limonita que en Ft.3.

MARGAS ARENOSAS

Fuenterrabía.4:

Los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, no llegando a poderse contar 200. Dominan las moscovitas, y son muy abundantes los circones y glauconitas. Son bastante abundantes las turmalinas, hay algo de minerales de titano, biotita y epidota. Las moscovitas son laminares y con extinción ondulante; los circones, angulares, prismáticos y subrodados; y las turmalinas, amarillas y marrones, alguna azul y azul verdosa, con formas angulares y prismáticas.

Los minerales opacos, se acumulan en la fracción menor de 0,125, y hay algunos en el resto. Hay sideritas en la fracción mayor y mediana y bastantes en la menor, en esta fracción hay también leucoxenos, limonitas e illmenitas y en esta fracción están mas rodadas. En general, en las tres fracciones presentan formas subangulares y subrodadas. Las alteritas se acumulan en la fracción mediana, en general son abundantes.

Fuenterrabía.8:

Los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, se han podido contar 200. Dominan las moscovitas, y hay bastantes circones y turmalinas. Muy interesante es la abundancia de glauconitas, hay algo de minerales de titano, biotita y minerales de metamorfismo. Las moscovitas son laminares y con extinción ondulante, los circones, angulares en general y algunos rodados. Las turmalinas, son amarillas, marrones y verdes en general angulares y prismáticas.

Los minerales opacos, son escasos, y se acumulan en la fracción menor de 0,125, existiendo algunos en las fracciones mayor y mediana. Los más abundantes son las sideritas y las illmenitas, tanto en la fracción mediana como en la menor, en esta última hay algunas limonitas, todos presentan formas subrodadas, rodadas y subangulares. Las alteritas, son abundantes acumulándose en la fracción mediana.

Fuenterrabía.10:

Los minerales pesados transparentes son escasísimos acumulándose en la fracción menor de 0,125 y en la mediana. Hay algo de biotita, distena y granate.

Los minerales opacos, son escasos, se acumulan en la fracción mediana y menor. Son sideritas, leucoxenos,

limonitas e illmenitas, todos con formas angulares. Las alteritas, se presentan en gran cantidad, acumulándose en la fracción mediana y en la menor.

Fuenterrabía.14:

Los minerales pesados transparentes, son escasísimos, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Formada esta fracción de turmalinas y micas, interesante es la existencia de glauconitas y dolomitas aunque en pequeña cantidad. Las micas son laminares y las turmalinas, verdes, marrones y amarillas.

Los minerales opacos son escasos y se acumulan en la fracción menor de 0,125, hay algunos en las otras dos fracciones, se presentan con formas subangulares. En las tres fracciones hay sideritas e illmenitas, algunas illmenitas en la fracción mediana y leucoxenos en la menor de 0,125. Las alteritas son abundantes, acumulándose en la fracción mediana y menor, sobre todo en esta última.

Fuenterrabía.15:

Los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, se han podido contar hasta 200. Dominan los circones, turmalinas y moscovitas, hay algunos minerales de titano. Muy interesante es la exis-

tencia de glauconitas y dolomitas aunque en pequeña cantidad, hay algunos minerales de metamorfismo. Las micas son laminares; los circones, angulares, subangulares y subrodados; las turmalinas, amarillas, marrones y verdes, subangulares, angulares y prismáticas; las anatasas, amarillas, incoloras y azules, con formas tabulares; el resto de los minerales son angulares.

Los minerales opacos, se acumulan en la fracción menor de 0,125 y hay algunos en las otras dos fracciones. Sideritas en las tres fracciones, ilmenitas en la mayor de 0,250 y en la menor limonitas y leucoxenos. Las alteritas se acumulan en la fracción menor de 0,125.

Fuenterrabía.19:

Los minerales pesados transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125 y se han podido contar hasta 200. Dominan los circones, moscovitas y turmalinas, son abundantes los minerales de titano. Interesante es la existencia de glauconitas y dolomitas. Hay algunos minerales de metamorfismo, biotitas y cloritas.

Las micas son laminares y con extinción ondulante. Los circones rodados y alguno angular; las turmalinas, angulares, prismáticas y subrodadas, de colores amarillas, marrones y verdes; las anatasas, tabulares, amarillas, incoloras y azules. El resto de los minerales presentan formas angulares.

Los minerales opacos, son escasos y se acumulan en la fracción menor de 0,125, presentando formas, subangulares, subrodadas y algunas angulares. En la fracción menor, sideritas, limonitas, leucoxenos e illmenitas, en la fracción mediana, sideritas e illmenitas. Las alteritas se acumulan en la fracción mediana y menor.

Estudio comparativo de las muestras: Ft.4, Ft.8, Ft.10, Ft.14, Ft.15 y Ft.19:

- Acumulación de los minerales pesados transparentes en la fracción menor de 0,125. Siendo escasísimos en las muestras, Ft.10 y Ft.14.
- Acumulación de los minerales opacos, en la fracción menor de 0,125.
- Acumulación de las alteritas, en la fracción mediana, en las muestras Ft.4, Ft.8, Ft.10 y Ft.19, se acumulan en la menor en Ft.14 y Ft.15. En general son abundantes.
- En Ft.4, Ft.8, Ft.15, y Ft.19, los minerales transparentes dominantes son, las moscovitas, turmalinas y circones, ahora bien en Ft.4, la glauconita es dominante, en Ft.8 es abundante y en Ft.15 y Ft.19, los minerales de titano son los abundantes, en estas dos muestras también hay glauconita.

En Ft.10 y Ft.14, hay algunas micas, y en Ft.10 minerales metamórficos y en Ft.14, turmalinas.

- Las micas se presentan laminares, bastantes con extinción ondulante; los circones, de todas las formas desde angulares, a prismáticos, pasando por rodados y subrodados; las turmalinas en general angulares y prismáticas y de colores amarillos y marrones.
- Los minerales opacos, de formas angulares, subangulares y subrodadas. Los más abundantes, sideritas, algunas limonitas, leucoxenos e illmenitas.

MARGAS



Fuenterrabía.12:

Los minerales transparentes son escasísimos y se acumulan en la fracción menor de 0,125. Hay algo de circones, turmalinas y moscovitas.

Los minerales opacos son bastante abundantes y se acumulan en la fracción mediana y menor de 0,125. Los más abundantes son las sideritas, de formas subangulares, hay algo de illmenitas y leucoxenos en la fracción menor de 0,125. Las alteritas son bastante abundantes y se acumulan en la fracción mediana y menor.

Fuenterrabía.13:

Los minerales pesados transparentes son escasísimos y se acumulan en la fracción mayor de 0,250. Hay algo de biotita y granate.

Los minerales opacos son escasos y se acumulan en la fracción mediana y menor. Los más abundantes, sideritas e illmenitas, algunos leucoxenos y limonitas, en general con forma subangular y subrodada. Las alteritas aparecen en esta muestra en gran cantidad, acumulándose en la fracción comprendida entre 0,250-0,125.

Fuenterrabía.16:

Los minerales transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125, se han podido contar hasta 134. Dominan las micas, sobre todo moscovitas, algunas cloritas y biotitas, acompañadas de turmalinas y circones. Se contaron bastantes minerales de titano. Es interesante la existencia de glauconitas y dolomitas, hay algunos minerales metamórficos. Las micas son laminares; los circones, angulares y subrodados; las turmalinas prismáticas y angulares, verdes, amarillas, incoloras y marrones; las anatasas tabulares, azules y ennegrecidas.

Los minerales opacos, aparecen en gran cantidad, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Los más abun-

dantes son las sideritas y leucoxenos y escasos, limonitas e illmenitas, en general formas angulares, subangulares y algunos subrodados. Las alteritas se presentan en gran cantidad, acumulándose en la fracción mediana y menor de 0,125.

Fuenterrabía.18:

Los minerales transparentes son escasísimos, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Hay algo de moscovita, biotita, circón, turmalina, epidota y minerales de metamorfismo. Es interesante la existencia de dolomitas. Las micas son laminares, los circones rodados y las turmalinas subangulares, amarillas.

Bastantes opacos, acumulándose en la fracción menor de 0,125, en general con formas angulares y subangulares, los dominantes en las illmenitas, hay algunas sideritas y limonitas. Las alteritas aparecen en gran cantidad, acumulándose en la fracción mediana y menor de 0,125.

Estudio comparativo de las muestras Ft.12, Ft.13, Ft.16 y Ft.18:

--Acumulación de los minerales pesados transparentes en la fracción menor de 0,125, excepto en Ft.13, que se

acumulan en la fracción mayor de 0,250. Son escasísimos, pero en Ft.16 se han podido contar hasta 134.

--Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125, pero en Ft.12 y Ft.13, también se acumulan en la mediana. En general son bastante abundantes, Ft.13 es la que los presenta en menor número.

--Las alteritas aparecen en gran cantidad, acumulándose en la fracción mediana y menor.

--En Ft.16, los minerales transparentes dominantes son: micas, turmalinas, circones y minerales de titano. En el resto de las muestras se encuentran micas, circón, turmalinas, epidotas y algunos minerales metamórficos. Solo existe glauconita en Ft.16.

--Las micas son laminares; los circones angulares y subrodados; las turmalinas prismáticas y angulares, de color verde, amarillo y marrón; las anatasas en general azules y amarillas, bastante ennegrecidas.

--Los minerales opacos dominantes son; sideritas. Aparecen en menor cantidad illmenitas, limonitas y leucoxe-nos, las formas que presentan en general son, angulares, subangulares y subrodadas.

MARGAS CALCAREASFuenterrabía.5:

Los minerales transparentes son escasísimos, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Hay algo de turmalinas, micas, distenas y rutilos. Interesante es la existencia de glauconita. Las turmalinas, son amarillas, verdes, prismáticas y angulares; los rutilos, rodados, rojos.

Los minerales opacos, escasos y se acumulan en la fracción menor de 0,125, hay algunos en la mediana y mayor. Formas subangulares y subrodadas, los más abundantes son las sideritas y los más escasos, illmenitas, limonitas y leucoxenos. Las alteritas son abundantes, acumulándose en la fracción mediana.

Fuenterrabía.6:

Los minerales transparentes son escasísimos, acumulándose en la fracción mediana y menor. Algunas turmalinas y biotitas.

Los minerales opacos son muy escasos se acumulan en la fracción mediana, los más abundantes son las sideritas, hay algunas illmenitas y limonitas. Las formas

que presentan son angulares y subangulares. Las alteritas escasísimas, se acumulan en la fracción mediana.

Fuenterrabía.7:

Los minerales transparentes son escasos, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Hay bastantes micas, moscovita y biotita, algo de turmalina, circón y epidota. Interesante la existencia de glauconita. Las turmalinas, presentan formas prismáticas y son de color amarillo, verde e incoloras.

Los minerales opacos son escasos, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Las más abundantes son las sideritas, hay algunos leucoxenos, limonitas e illmenitas; en general presentan formas angulares, algunos subangulares y subrodados. Las alteritas son bastante abundantes, acumulándose en la fracción mediana y menor.

Fuenterrabía.9:

Los minerales transparentes son escasos y se acumulan en la fracción menor de 0,125. Hay bastantes micas, moscovita y biotita, algo de turmalina, circón, anatasa y granate. Interesante es la existencia de glauconita y dolomita. En general la forma de los granos es

prismática y angular. Las turmalinas son de color marrón y con formas prismáticas.

Los minerales opacos, son abundantes, acumulándose en la fracción mayor de 0,250 y en la menor de 0,125. Los más abundantes son leucoxenos y sideritas, hay algunas, limonitas e illmenitas. En general presentan formas, angulares, subangulares y subrodadas. Las alteritas son muy abundantes acumulándose en la fracción mediana y menor.

Fuenterrabía.20:

Los minerales transparentes son escasos, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Hay bastantes estaurolitas, algunas turmalinas, circones, biotitas, moscovitas y granates. Interesante la existencia de dolomitas. Las turmalinas son amarillas y prismáticas, las estaurolitas son angulares y subangulares.

Los minerales opacos, aparecen en bastante cantidad, acumulándose en la fracción mediana. Los más abundantes son las sideritas, algunas illmenitas y leucoxenos. Las alteritas, son muy abundantes, acumulándose en la fracción menor de 0,125.

Estudio comparativo de las muestras: Ft.5, Ft.6, Ft.7, Ft.9 y Ft.20:

- Acumulación de los minerales pesados transparentes en la fracción menor de 0,125. Siendo escasísimos en todas las muestras.
- Acumulación de los minerales opacos en la fracción menor de 0,125, en las muestras Ft.5, Ft.7, Ft.9. En las muestras Ft.6 y Ft.9, se acumulan en la fracción mediana en aquella y en la mayor en ésta.
- Las alteritas son muy abundantes en todas las muestras, excepto en Ft.6 que son escasas. Acumulándose en la fracción mediana en todas, excepto en Ft.20 y Ft.19, que se acumulan en la menor de 0,125.
- Los minerales pesados transparentes más abundantes son las micas, algunos circones, turmalinas, minerales de metamorfismo y minerales de titano. Hay glauconita en Ft.5, Ft.7 y Ft.9.
- Las micas son laminares; las turmalinas prismáticas y angulares, amarillas, verdes y marrones.
- Los minerales opacos son escasos en todas las muestras, excepto en Ft.9 que son abundantes. Las sideritas son los opacos dominantes de estas muestras, se encontraron también illmenitas, limonitas y leucoxenos. La forma que presentan los opacos es angular, subangular y subrodada.

LUTITASZarauz.4:

Los minerales transparentes se acumulan en la fracción menor de 0,125. Dominio de circones y turmalinas acompañados de minerales de titano, escasos minerales de metamorfismo, micas e hiperstenas. Los circones se presentan de todas las formas. Las turmalinas dominantes son las verdes, amarillas y marrones, de formas angulares y prismáticas. Los rutilos rojos y uno amarillo. Las antasas tabulares muy ennegrecidas.

Los opacos en las fracciones mediana y menor acumulándose en esta en gran cantidad, parecen ser illmenitas y limonitas, siendo subangulares y subrodados.

Las alteritas, se acumulan en la fracción mediana y menor y no han podido ser identificados.

Zarauz.7:

Escaso mineral transparente, acumulándose en la fracción menor de 0,125. Dominio de circones, acompañados de dolomitas, turmalinas y minerales de titano, estauroalitas, escasas moscovitas, glauconitas y epidotas. Los circones se presentan desde angulares, prismáticos,

a subrodados y rodados. Las turmalinas, amarillas y marrones, las dolomitas prismáticas, las anatasas ennegrecidas.

Los minerales opacos se acumulan en la fracción menor de 0,125, dominando las limonitas y algunas sideritas, angulares, subangulares y subrodadas.

Escasas alteritas, no han podido ser identificadas.

Estudio comparativo de las muestras Z.4 y Z.7:

--Acumulación de los minerales transparentes en la fracción menor de 0,125. La muestra Z.4 presenta más minerales que Z.7.

--Acumulación de los minerales opacos en la fracción menor de 0,125. La muestra Z.4 presenta más cantidad.

--Acumulación de las alteritas, en la fracción mediana y menor, pero más abundantes en Z.4 que en Z.7.

--En la fracción menor de 0,125, los minerales transparentes dominantes son los circones, más abundantes en Z.4 que en Z.7, turmalinas abundantes en Z.4 y escasas en Z.7, en ambas escasos minerales de titano pero más en Z.4. Las micas y minerales metamórficos, son en ambas escasos. Ahora bien interesante la existencia de dolomita, glauconita y apatito en Z.7 y en cambio Z.4 no lo presenta.

- Los circones son angulares, subangulares, subrodados y rodados. Las turmalinas dominantes son las amarillas y marrones, pero Z.4 también presenta bastantes verdes. Las anatasas tabulares y ennegrecidas.
- Los opacos, en Z.4, illmenitas y limonitas, y en Z.7, limonitas y sideritas. Las formas subangulares y subrodadas.

En resumen:

Mayor cantidad de minerales transparentes y opacos en Z.4 que en Z.7. Mayor cantidad de circones, turmalinas y minerales de titano en Z.4 que en Z.7. Escasas en ambas muestras las especies de metamorfismo. En ambas muestras hay limonitas, pero Z.4 presenta illmenitas y Z.7 sideritas. Los granos suelen ser angulares los transparentes y subrodados; y los opacos subangulares y subrodados. Mayor número de alteritas en Z.4 que en Z.7.

Zarauz.6:

Los minerales transparentes, no existen en la fracción mayor de 0,250 y son escasos en la mediana y menor en igual proporción. En la fracción mediana dominan las dolomitas acompañadas por algunas turmalinas y circones, algo de rutilo. En la fracción menor dominan los circones, acompañados de algunas turmalinas y dolomitas,

alguna estaurolita, biotita, glauconita, apatito y algún mineral de titano (anatasa y titanita). Las dolomitas son prismáticas. Las turmalinas abundantes son las amarillas y marrones siendo angulares. Los circones son prismáticos y prismáticos piramidados.

Los minerales opacos no son muy abundantes, concentrándose en la fracción mediana y menor, sobre todo en la mediana. Con formas subangulares, subrodados y angulares en la fracción mediana; y angulares y subangulares en la menor, siendo posiblemente sideritas en mediana y sideritas, leucóxenos y limonitas en la menor.

Las alteritas son escasas. Concentrándose en la fracción mediana y menor sobre todo en ésta. No han podido ser identificadas.

Fuenterabía.2:

Los minerales transparentes se presentan en gran cantidad en la fracción mediana y menor son escasos en la mayor. La fracción mayor formada de circones acompañados de moscovitas, escasas turmalinas, rutilos y anatasas, titanitas y estaurolitas. En la fracción mediana dominan las moscovitas acompañadas por unas cuentas biotitas, escasísimas anatasas, circones y turmalinas. En la menor dominan las moscovitas acompañadas de biotitas, bastantes circones y turmalinas y minerales de titano

(anatasas, rutilos y broquitas), escasas dolomitas, epidotas, glauconitas y minerales metamórficos. Las micas son laminares y con extinción completa. Los circones de todas las formas fundamentalmente angulares prismáticos piramidados, pocos rodados. Las turmalinas, con formas prismáticas y angulares, las más abundantes son las amarillas y marrones. Rutilos, rojos. Las anatasas amarillas algunas ennegrecidas y pocas azules en general tabulares.

Los opacos, aparecen en gran cantidad acumulándose en la fracción mediana y menor sobre todo en ésta son angulares y rodados. En la fracción mayor y mediana parecen ser sideritas y en la menor posibles sideritas y leucoxenos.

Las alteritas existen en bastante cantidad pero se acumulan en la fracción mediana. No han podido identificarse.

MINERALES OPACOS

Los minerales opacos que se suelen encontrar en las muestras son: sideritas, limonitas, leucoxenos e illmenitas. Ahora bien, es posible que algunas limonitas sean goethitas, pero solo en Zarauz.5, se ha podido comprobar, ya que en el estudio de los minerales de arcilla, apareció goethita. Estos dos minerales, o sea, la limonita y la goethita son difíciles de distinguir solo con luz reflejada.

Sideritas: Es el mineral opaco que aparece en mayor cantidad en general en las muestras. Es muy abundante en Ibañarrieta.1, en cambio en Ibañarrieta.2, no se encontró. En las muestras de Zarauz, es abundante, excepto en Z.3 y Z.4, que no aparecen. En Fuenterrabía, también es muy abundante, encontrándose en todas las muestras.

Limonitas: Después de las sideritas, es el mineral opaco que más abunda en estas muestras. En Ibañarrieta.1, aparece en abundante cantidad, en cambio en Ibañarrieta.2, no se encontró. Es abundante en Zarauz, encontrándose en todas las muestras, excepto en Zarauz.3. En Fuenterrabía, se encontró limonita en todas las muestras, excepto en Ft.2, Ft.12, Ft.20 (muestras donde en cambio es abundante la siderita) y en Ft.14.

Es curioso, que en general, en las muestras en que la siderita es abundante, la limonita es escasa, y

viceversa.

Leucoxenos: En general, excepto en Ibañarrieta, donde son abundantes, en Zarauz y Fuenterrabía, aparecen los leucoxenos en menor cantidad. En Zarauz, se encuentran en todas las muestras pero en escasa cantidad, en Z.4 y Z.7, no se encuentra. En las muestras de Fuenterrabía en unas son muy abundantes y en otras escaso. Pero en Ft.1, Ft.6, Ft.8, Ft.18 y Ft.20, no se encontraron leucoxenos.

Ilmenitas: Es el mineral más escaso en las muestras. En Ibañarrieta, no existe. En Zarauz, no se encuentra, excepto en Z.4, que hay algunas. En Fuenterrabía aunque en pequeña cantidad, aparece en casi todas las muestras. En Ft.4 y Ft.18 es en las únicas muestras en que es abundante este mineral. En Ft.1, Ft.2 y Ft.15, no existe.

Como se sabe, la siderita por oxidación e hidratación, se transforma en limonita o en goethita. Como en nuestras muestras, se encuentra en general siderita y limonita, es interesante, ver la cantidad relativa, en que aparece una y otra.

Por ejemplo, en las areniscas amarillas, Z.5, Ft.22, Ft.1 y Ft.17, la limonita es más abundante que la siderita, dato muy interesante ya que estas areniscas,

están meteorizadas y por tanto parte de la siderita debe haber pasado a limonita. Por el contrario, las areniscas calcáreas, en general presentan, más siderita que limonita, ya que aún no se han meteorizado y por tanto no ha dado tiempo a que la siderita haya pasado a limonita, aunque parte sí que lo haya hecho.

GLAUCONITA

Hemos hecho un estudio en particular de este mineral, dada la importancia que tiene, como mineral indicador de ambiente marino. Suele aparecer en casi todas las muestras aunque en general, en pequeña cantidad.

En Ibañarrieta aparece en ambas muestras. En Zarauz, aparece en todas excepto en Z.4 (lutita). En Fuenterrabía, aparece en todas las muestras excepto en Ft.6, Ft.12, Ft.13, Ft.18 y Ft.20, son margas y margas calcáreas.

Como dato interesante, consideramos el que en las areniscas Montienenses, como son Z.5, Ft.22, Ft.1 y Ft.17, la glauconita aparece en bastante cantidad.

Como se vió en las glauconitas estudiadas en grano, aparecen, rodadas, así mismo sucede en lámina del gada; lo cual nos hace pensar que son detríticas y que se han depositado al mismo tiempo que la fracción arena.

F. INDICE DE MADUREZ DE LAS MUESTRAS

EN FUNCION DE LOS MINERALES PESA-

DOS TRANSPARENTES

La tabla VIII se expresa en tanto por ciento.

Se han establecido la cantidad de minerales estables e inestables, sobre la media de las dos fracciones (0,250-0,125 y menor de 0,125).

Se consideran como minerales estables: circón, turmalina, minerales de titano y granates. El resto de los minerales pesados transparentes que aparecen en las muestras se los consideran inestables.



FACULTAD CC. GEOLOGICAS
BIBLIOTECA

TABLA VIII

			Minerales estables	Minerales inestables	
Iñ.1	.	.	62	38	(abundante moscovita)
Iñ.2	.	.	90	10	
Z.1	.	.	81	19	(apreciable moscovita)
Z.2	.	.			
Z.3	.	.	70	30	(abundante moscovita)
Z.4	.	.	90	10	
Z.5	.	.	93	7	
Z.6	.	.			
Z.7	.	.	61	39	(bastantes dolomitas)
Ft.22	.	.	64	36	(bastantes estaurolitas)
Ft.1	.	.	32	68	(bastantes moscovitas)
Ft.2	.	.	21	79	(muchas micas)
Ft.3	.	.	46	54	(bastantes micas y estaur.)
Ft.4	.	.	31	69	(muchas moscovita)
Ft.5	.	.			
Ft.6	.	.			
Ft.7	.	.	25	75	(muchas moscovitas)
Ft.8	.	.	44	56	(muchas moscovitas)
Ft.9	.	.	13	87	(muchas micas)
Ft.10	.	.			
Ft.11	.	.	86	14	
Ft.12	.	.			
Ft.13	.	.			
Ft.14	.	.			
Ft.15	.	.	86	14	
Ft.16	.	.	58	42	(bastante moscovita)
Ft.17	.	.	28	72	(muchas moscovitas)
Ft.18	.	.			
Ft.19	.	.	73	27	(bastante moscovita)
Ft.20	.	.			

En las siguientes muestras no se han podido calcular el tanto por ciento de minerales estables e inestables, debido a la escasez en minerales pesados transparentes que presentan. Ahora bien, se hace una aclaración en estas muestras, para conocer si los escasos minerales transparentes que presentan son estables o inestables.

- Z.2: Dominan los minerales inestables como micas.
- Z.6: Aparecen en igual proporción estables e inestables.
- Ft.5: En igual proporción los estables e inestables.
- Ft.6: Inapreciable cantidad tanto de estables como de inestables en igual proporción.
- Ft.10: Casi todos inestables, pero poca cantidad.
- Ft.12: Inapreciable cantidad de minerales, pero algo más de minerales estables.
- Ft.13: Inapreciable cantidad de minerales, pero todos inestables.
- Ft.14: Mayor cantidad de inestables que de estables.
- Ft.18: Mayor cantidad de inestables que de estables.
- Ft.20: Dominan los minerales inestables.

Por el tanto por ciento de minerales estables e inestables se puede deducir la madurez de la roca.

1. En rocas que presentan abundantes minerales pesados transparentes:

Rocas muy maduras: Iñ.2, Z.4, Z.5.

Rocas bastante maduras: Z.1, Ft.11, Ft.15.

Rocas medianamente maduras: Iñ.1, Z.3, Z.7, Ft.22, Ft.19.

Rocas bastante inmaduras: Ft.1, Ft.3, Ft.4, Ft.8, Ft.16.

Rocas inmaduras: Ft.2, Ft.7, Ft.9, Ft.17.

2. En rocas con escasos minerales transparentes:

Dado el escaso número de minerales, no podemos establecer una clasificación como la anterior, pero sí, podemos decir cuales son más inmaduras y cuales más maduras.

Las rocas Z.2, Ft.10, Ft.13, Ft.14, Ft.18 y Ft.20, son las que presentan o bien todos los minerales inestables o mayor porcentaje de éstos que de estables. Por tanto serán rocas inmaduras.

Las rocas: Z.6, Ft.5, Ft.6, el porcentaje de estables e inestables es el mismo, luego serán rocas

bastante inmaduras.

La roca Ft.12, presenta más elevado el número de minerales estables que de inestables, luego será algo más madura.

G. MINERALOGIA DE LA FRACCION LIGERA

TABLA IX

Fracción mayor de 0,250mm:

	<u>Cuarzo</u>	<u>Feld.K.</u>	<u>Feld.</u> <u>Ca-Na</u>	<u>Agreg.</u> <u>cuarzo</u> <u>feld.K.</u>	<u>Agreg.</u> <u>cuarzo</u> <u>feld.</u> <u>Ca-Na</u>	<u>Micas</u>	<u>Alter.</u>
Iñ.1 . . 91		4	-	3	-	2	-
Iñ.2 . . 99		-	-	-	-	1	-
Z.1 . . 100		-	-	-	-	-	-
Z.2 . . 8		-	-	-	-	-	92
Z.3 . . -		-	-	-	-	-	100
Z.4 . . 68		-	-	-	-	2	30
Z.5 . . 87		5	-	1	-	7	-
Z.6 . . 96		-	1	-	1	2	-
Z.7 . . 57		-	7	-	-	-	36
Ft.22 . . 81		6	-	8	-	5	-
Ft.1 . . 92		-	-	-	-	8	-
Ft.2 . . 1		-	-	-	1	1	97
Ft.3 . . 80		12	-	3	-	5	-
Ft.4 . . 89		-	-	-	8	3	-
Ft.5 . . 95		-	-	-	4	1	-
Ft.6 . . 1		-	-	-	-	-	99
Ft.7 . . 7		-	-	-	-	-	93
Ft.8 . . 100		-	-	-	-	-	-
Ft.9 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.10 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.11 . . 96		-	-	3	-	1	-
Ft.12 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.13 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.14 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.15 . . 60		-	-	-	-	-	40
Ft.16 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.17 . . 96		1	-	-	-	3	-
Ft.18 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.19 . . -		-	-	-	-	-	100
Ft.20 . . -		-	-	-	-	-	100

TABLA X

Fracción comprendida entre 0,250-0,125mm:

	<u>Cuarzo</u>	<u>Feld.K.</u>	<u>Feld.</u> <u>Ca-Na</u>	<u>Agreg.</u> <u>cuarzo</u> <u>feld.K.</u>	<u>Agreg.</u> <u>cuarzo</u> <u>feld.</u> <u>Ca-Na</u>	<u>Micas</u>	<u>Alter.</u>
Iñ.1 . .	84	7	7	2	-	-	-
Iñ.2 . .	99	-	-	-	-	1	-
Z.1 . .	100	-	-	-	-	-	-
Z.2 . .	100	-	-	-	-	-	-
Z.3 . .	100	-	-	-	-	-	-
Z.4 . .	38	-	-	-	-	-	62
Z.5 . .	88	4	2	-	4	2	-
Z.6 . .	25	-	-	-	-	2	73
Z.7 . .	98	1	-	-	-	1	-
Ft.22 . .	72	13	-	7	-	8	-
Ft.1 . .	90	2	-	-	-	8	-
Ft.2 . .	60	2	2	-	-	3	33
Ft.3 . .	81	15	-	1	1	2	-
Ft.4 . .	81	-	-	4	9	6	-
Ft.5 . .	90	-	1	-	5	4	-
Ft.6 . .	2	-	-	-	-	-	98
Ft.7 . .	1	-	-	-	-	-	99
Ft.8 . .	93	-	-	7	-	-	-
Ft.9 . .	3	-	-	-	-	-	97
Ft.10 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.11 . .	87	-	-	8	5	-	-
Ft.12 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.13 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.14 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.15 . .	78	-	-	2	-	-	20
Ft.16 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.17 . .	87	2	-	1	-	10	-
Ft.18 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.19 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.20 . .	-	-	-	-	-	-	100

TABLA XI

Fracción menor de 0,125mm:

	<u>Cuarzo</u>	<u>Feld.K.</u>	<u>Feld. Ca-Na</u>	<u>Agreg. cuarzo feld.K</u>	<u>Agreg. cuarzo feld. Ca-Na</u>	<u>Micas</u>	<u>Alter.</u>
Iñ.1 . .	76	19	3	1	-	1	-
Iñ.2 . .	100	-	-	-	-	-	-
Z.1 . .	98	1	-	1	-	-	-
Z.2 . .	98	-	-	-	-	2	-
Z.3 . .	100	-	-	-	-	-	-
Z.4 . .	30	-	-	-	-	-	70
Z.5 . .	84	4	-	-	-	12	-
Z.6 . .	69	-	-	-	-	5	26
Z.7 . .	98	-	-	-	-	2	-
Ft.22 . .	76	15	-	-	-	9	-
Ft.1 . .	81	5	-	-	-	14	-
Ft.2 . .	94	2	-	-	-	4	-
Ft.3 . .	58	14	21	2	-	5	-
Ft.4 . .	90	1	3	1	2	3	-
Ft.5 . .	97	1	-	-	2	-	-
Ft.6 . .	4	-	-	-	-	-	96
Ft.7 . .	12	-	2	-	-	1	85
(1) Ft.8 . .	86	2	2	7	1	1	-
Ft.9 . .	2	-	-	-	-	-	98
Ft.10 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.11 . .	85	3	6	6	-	-	-
Ft.12 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.13 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.14 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.15 . .	86	4	-	3	6	1	-
Ft.16 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.17 . .	77	2	7	-	3	11	-
Ft.18 . .	-	-	-	-	-	-	100
Ft.19 . .	30	2	-	-	-	1	67
Ft.20 . .	-	-	-	-	-	-	100

(1) Ft.8 presenta un 1 % de dolomitas.

La fracción ligera como se ve en las tablas (IX, X, XI), está constituida fundamentalmente por cuarzo. Los feldespatos en algunas muestras presentan un porcentaje algo elevado y las micas aunque no abundantes hacen su aparición en casi todas las muestras. Muchas veces los feldespatos se presentan en agregados con el cuarzo. Por otro lado, hay muestras cuya fracción ligera está parcial o totalmente formada por alteritas.

El porcentaje de cuarzo en todas las muestras en general es muy alto, pues hasta las muestras formadas por alteritas, parecen ser éstas agregados de cuarzo, aunque no han podido ser identificadas con seguridad. El cuarzo se suele encontrar en granos aislados de formas subangulares, con la superficie a veces con señales de erosión, también es fácil encontrar chert y agregados normales de cuarzo.

Los feldespatos, aunque no son muy abundantes, si que aparecen en cantidades apreciables sobre todo en algunas areniscas, dominando los feldespatos potásicos sobre las plagioclasas, ya que las plagioclasas son menos resistentes a los ataques que los feldespatos potásicos. Los feldespatos se suelen presentar con formas prismáticas con aristas romas y a veces aparecen caolinizados, se suelen acumular en las fracciones menores, debido seguramente a su facilidad a la exfoliación.

Las micas, laminares, suelen ser moscovitas y biotitas, apareciendo mayormente aquellas, por lo gene-

ral se acumulan, al igual que los feldespatos, en las fracciones menores, debido a su exfoliabilidad.

Las alteritas se han estudiado en la fracción ligera y se ha visto que son agregados de minerales ligeros, parecen ser cuarzo, con ellos pueden presentarse agregados los feldespatos, pero que no han sido identificados. Estos agregados están unidos por arcilla, a veces por carbonato cálcico o sílice. Las alteritas aparecen más abundantes en las fracciones mayores, debido a que el ataque químico, las hace desaparecer en las menores, pues al reducirse el tamaño del grano por ataque físico aumenta la superficie expuesta al ataque químico.

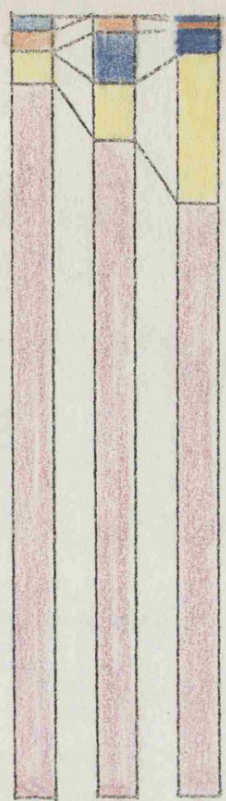
La escasez de plagioclasas, la no elevada cantidad de feldespato potásico, y la existencia de micas nos hace pensar que los sedimentos son bastante maduros.

El hecho de que los feldespatos y las micas debido a su exfoliabilidad pasen a fracciones menores apoyado por la subangularidad de los granos de cuarzo, nos hace pensar en un ataque físico aunque no muy fuerte.

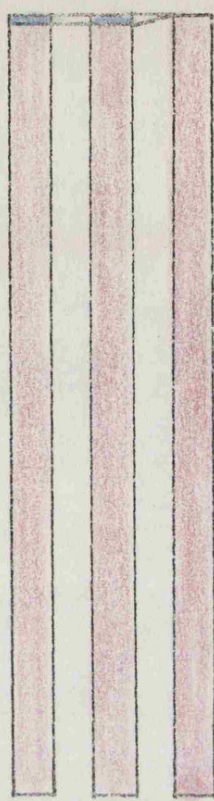
Si los feldespatos no han desaparecido, sino que pasan a fracciones menores, como ocurre en algunas muestras, debe de haber existido ataque químico pero no fuerte.

La subangularidad de los granos de cuarzo, así como la existencia de feldespatos nos indica un transporte bastante rápido y corto.

Finalmente, el porcentaje elevado de cuarzo, nos da el carácter ácido que debían tener las rocas de origen.

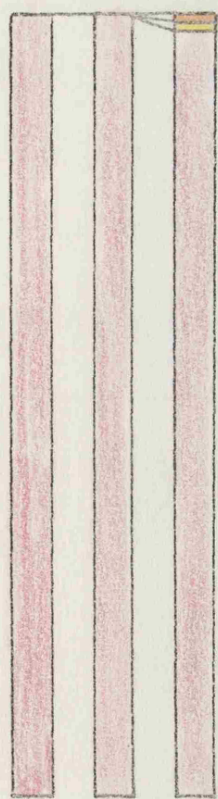


Ia-1
Ma. Md. mu.



Ia-2
Ma. Md. mu.

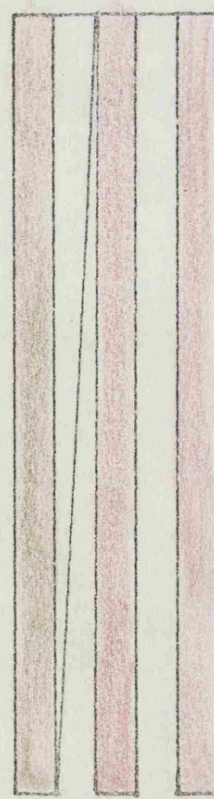
Ibañarriata.



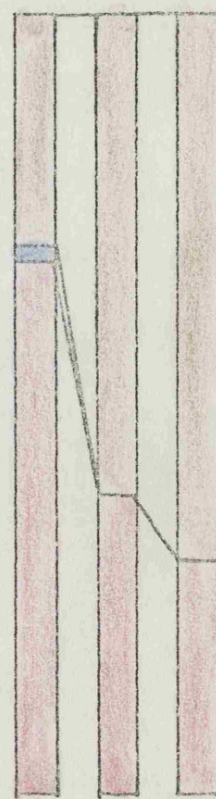
Z-1
Ma. Md. mu.



Z-2
Ma. Md. mu.



Z-3
Ma. Md. mu.



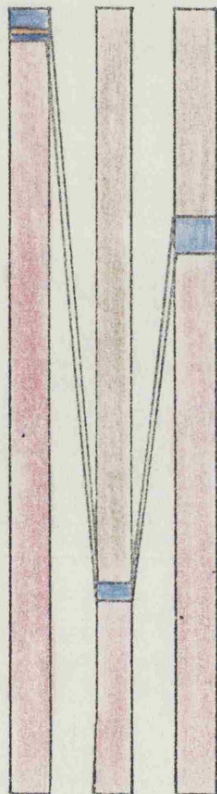
Z-4
Ma. Md. mu.

- Delemitas
- Arteritas
- Micas
- Agng (Qtz)
- Plagiocl.
- Feld. k
- Quarzo.

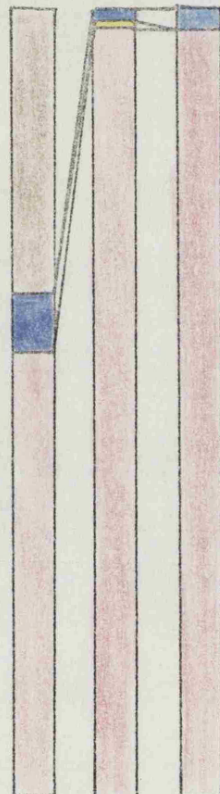
Zarauz



Ma. Md. mn.
Z.5

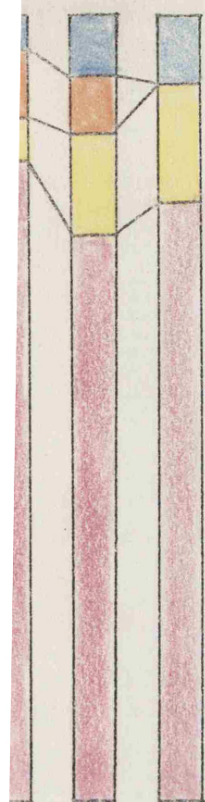


Ma. Md. mn.
Z.6

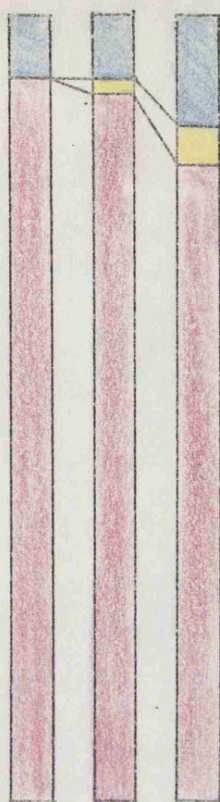


Ma. Md. mn.
Z.7

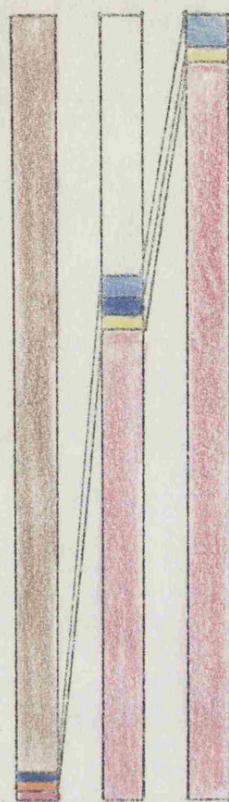
- tuerria. -



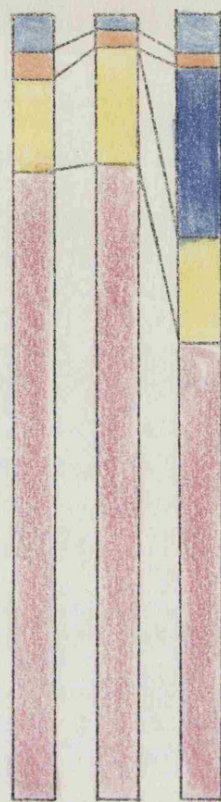
a. Md. mn.
Ft. 22



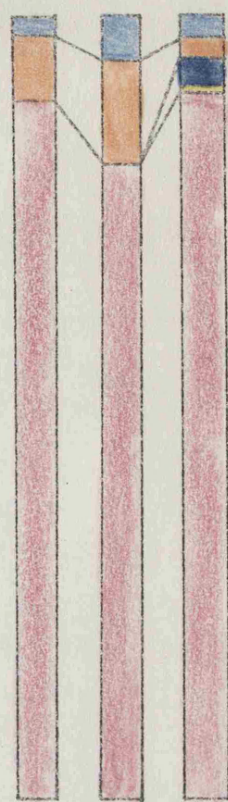
Ma. Md. mn.
Ft. 1



Ma. Md. mn.
Ft. 2



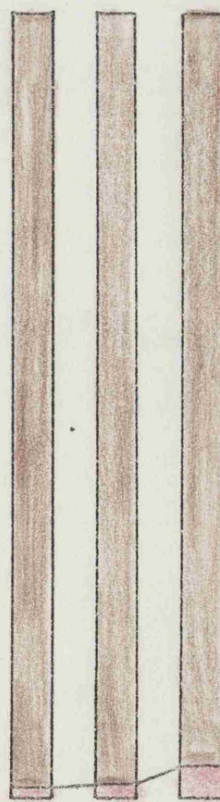
Ma. Md. mn.
Ft. 3



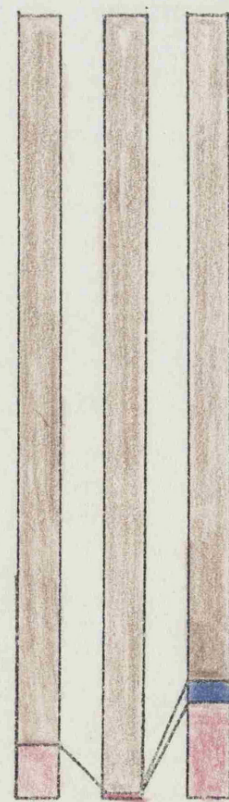
Ma. Md. mn.
Ft. 4



Ma. Md. mn.
Ft. 5



Ma. Md. mn.
Ft. 6



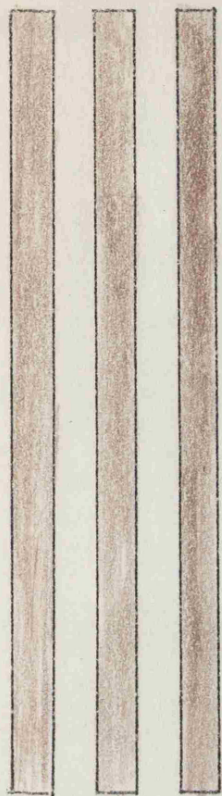
Ma. Md. mn.
Ft. 7



Ma. Md. mn.
Ft. 8

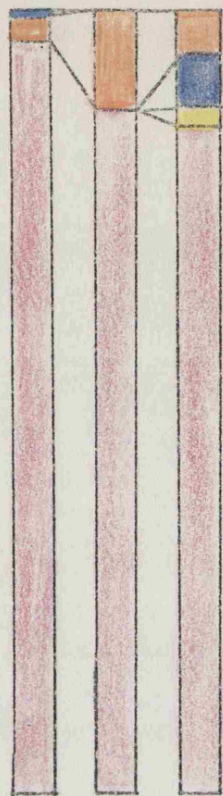


Ma. Md. mn.
Ft. 9



Ma. Md. mn.

Ft. 10



Ma. Md. mn.

Ft. 11



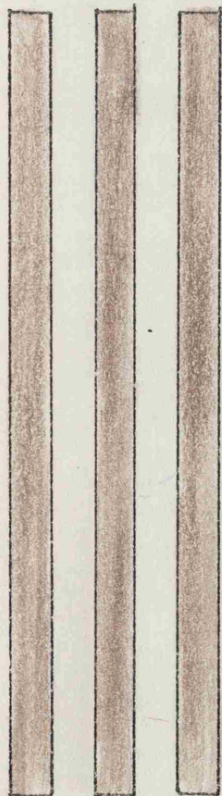
Ma. Md. mn.

Ft. 12



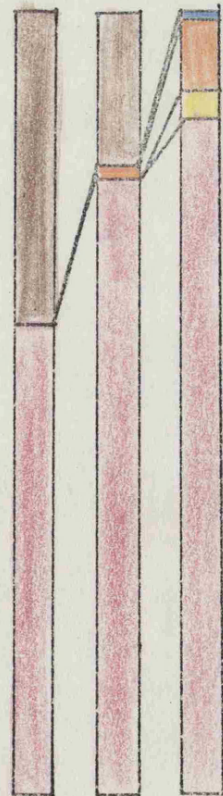
Ma. Md. mn.

Ft. 13



Ma. Md. mn.

Ft. 14



Ma. Md. mn.

Ft. 15



Ma. Md. mn.

Ft. 16



Ma. Md. mn.

Ft. 17



Ma. Nd. mn.
Ft. 18



Ha. Hd. uu.
Ft. 19



Ha. Hd. uu.
Ft. 20

TABLA XII

Relación cuarzo/feldespatos media de las tres fracciones:

Iñ.1	.	.	.	10,73	
Iñ.2	.	.	.		No existen feldespatos.
Z.1	.	.	.	32,66	
Z.2	.	.	.		Bastantes alteritas.
Z.3	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Z.4	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Z.5	.	.	.	17,68	
Z.6	.	.	.	(17,68)	
Z.7	.	.	.	(35,38)	
Ft.22	.	.	.	8,03	
Ft.1	.	.	.	20,40	
Ft.2	.	.	.	(20,60)	
Ft.3	.	.	.	4,57	
Ft.4	.	.	.	7,50	
Ft.5	.	.	.	62,33	
Ft.6	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.7	.	.	.	(2)	
Ft.8	.	.	.	7,16	
Ft.9	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.10	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.11	.	.	.	3,14	
Ft.12	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.13	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.14	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.15	.	.	.	(7,16)	
Ft.16	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.17	.	.	.	49,23	
Ft.18	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.
Ft.19	.	.	.	(5)	
Ft.20	.	.	.		Gran cantidad de alteritas.

En las muestras que no presentan feldespatos o que casi todas las fracciones están formadas por alteritas, no se puede establecer la relación cuarzo/feldespatos.

Las muestras que viene expresada su relación en números entre paréntesis son las que presentan feldespatos pero a su vez alteritas, entonces la relación no es exacta, ya que puede haber feldespatos en las alteritas agregados con el cuarzo y que no han podido ser identificados.

En aquellas muestras donde la relación cuarzo/feldespatos se puede establecer correctamente, nos puede dar idea de la madurez de la roca, ahora bien como es una relación media de las tres fracciones hay veces en que los feldespatos solo se acumulan en la fracción menor, apareciendo la mayor y mediana formada por cuarzo, entonces la relación va a dar más baja de lo que realmente debería dar.

Madurez de las rocas en función de la relación cuarzo/
feldespatos:

Muestras muy maduras:

Iñ.2

Z.1

Ft.5 (tiene micas y agregados de cuarzo y
plagioclasas)

Ft.17 (tiene bastantes micas).

Muestras bastante maduras:

Z.5

Ft.1 (tiene bastantes micas).

Muestras bastante inmaduras:

Iñ.1

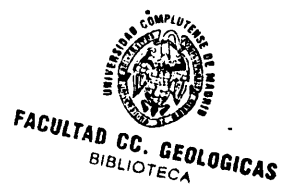
Ft.22

Ft.3

Ft.4

Ft.8

Ft.11 (los feldespatos se acumulan en la
fracción menor).



H. ESTUDIO EN LAMINA DELGADA

En nuestras muestras encontramos tres tipos de areniscas:

1. Areniscas (Albenses superior-Cenomanense inferior),
Iñ.1 e Iñ.2.
2. Areniscas amarillas (Montienses), Z.5, Ft.22, Ft.1
Ft.17.
3. Areniscas calcáreas (Montienses), Z.1, Z.2, Z.3, Ft.3
Ft.11.

Las areniscas (albenses-cenomanenses), presentan estructura microbrechoide, heterometría de grano, están formadas en su mayor parte de cuarzo, angular y subangular, algunasmicas sobre todo moscovitas y algunos feldespatos. El cemento, es escaso, formado al parecer de sílice, carbonatos y algo de hierro, poseen algo de matriz limo-arcillosa. Iñ.2 tiene fragmentos de roca de tipo cuarcita.

Las areniscas amarillas (montienses) presentan estructura microbrechoide, heterometría de grano, formada en su mayor parte de cuarzo angular y subangular, algo de sílex, moscovita, biotita y en algunas clorita, se encontraron algunos feldespatos; en Ft.22 y Ft.17, se encuentran fragmentos de roca de tipo cuarcita; en Ft.22 y Ft.1, se encuentran fragmentos volcánicos; es interesante la existencia en todas ellas de glauconita y chert. Son pobres en cemento, de tipo silíceo, carbonatado, y

algo ferruginoso. Tienen algo de matriz, limo-arcillosa.

Las areniscas calcáreas, presentan estructura microbrechoide, heterometría de grano, formada en su mayor parte de cuarzo y calcita. El cuarzo, angular y subangular, algo de moscovita y glauconita. La calcita está en forma de cemento presentándose microcristalina en las muestras Z.1, Z.2, Z.3, Ft.11, en cambio, Ft.3, la calcita se presenta microcristalina y en cristales grandes, cementando los granos detríticos. Presentan material limo-arcilloso, pero no muy abundante, en algunas se ven filoncillos de calcita. Muy interesante es la existencia de "Globigerinas y Rotalidos" en Ft.3 y "Globigerinas, Orbulinas y espículas de esponja" en Ft.11.

Las margas arenosas, Ft.4, Ft.8, Ft.10, Ft.14, Ft.15 y Ft.19. Se encuentran formadas de calcita microcristalina, fracción limo-arcillosas y en menor proporción fracción arena. La fracción arena, está compuesta de cuarzo angular y subangular, calcita, moscovita y en algunas glauconita. Es frecuente encontrar la calcita en fibras y a veces en filoncillos. Se han encontrado "Globigerinas" en todas ellas, "Rotalidos" en Ft.4 y "Orbulinas" en Ft.19

Las margas y margas calcáreas, como son: Ft.12, Ft.13, Ft.16, Ft.18, Ft.5, Ft.6, Ft.17, Ft.9 y Ft.20, se encuentran formadas de calcita microcristalina y material limo-arcilloso, dando un bandeo de zonas claras y oscuras. Presentan algo de cuarzo angular, cristales y filones

cillos de calcita. En todas ellas se encontraron "Globigerinas", en Ft.9 además se encontró "Globotruncana".

Las lutitas, Z.4, Z.6 y Ft.2, están formadas en su totalidad de material limo-arcilloso posiblemente algo de carbonato y manchas de óxidos de hierro. Z.6 y Ft.2 se presentan orientadas, es posible que hayan sufrido algo de metamorfismo, podrían ser argillitas.

La lutita, silíceá, Z.7, está formada en su mayor parte de fracción limo-arcillosa. En general presenta laminaciones y tiene algo de material arenoso, cuarzo angular y subangular y algunas micas. Hay algunas manchas de óxido de hierro.

I. ANALISIS MECANICOS

Se han realizado tres tablas. En las dos primeras tablas (XIII, XIV) se dan los porcentajes de arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, prescindiendo de los carbonatos. La tercera tabla (XV) se ha realizado considerando las muestras que presentan el contenido más alto en carbonatos, añadiendo en uno de los apartados la fracción carbonatada. Estas últimas determinaciones de análisis mecánico se han efectuado conforme el método internacional.

Se han clasificado las muestras ricas en carbonatos, siguiendo la idea de la Dra. Pinilla (22), basándose en el diagrama triangular de clasificación de Pustualow.

En el diagrama triangular, solo se han proyectado las muestras cuyo porcentaje de carbonato supera al 13 %, por tanto quedan excluidas las areniscas puras (Iñ.1, Iñ.2, Z.5, Ft.22, Ft.1, Ft.17) y las lutitas (Z.4 Z.6 y Z.7), excepto Ft.2 que al ser bastante calcárea se ha proyectado.

Aunque en el análisis mecánico se extrajo, arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, a la hora de elaborar los datos para los resultados, se unieron los porcentajes de limo y arcilla.

Modo de realizar los cálculos para la obtención de los datos de la tabla (XV):

Como se ve en las tablas (XIII y XIV), las cantidades de arena gruesa, arena fina y limo y arcilla, obtenidas de los análisis mecánicos, se llevaron a 100. Las muestras que se atacaron con ClH, antes de realizar los análisis mecánicos, que son las que aparecen en la tabla (XV), igualmente fueron llevadas a 100, pero para confeccionar dicha tabla fueron necesarios hacer los siguientes cálculos posteriormente:

$$\begin{array}{rcl} \text{Si en 100 ----- grs. de arena gruesa} & & \\ 100\% \text{ de carbonatos} & & \\ \text{(en muestra) -----} & \text{X} & \end{array}$$

X = grs. de arena gruesa que hay en la muestra sin carbonatos.

Lo mismo se hace con arena fina y con limo + arcilla.

Luego: Arena gruesa + arena fina + limo y arcilla + carbonatos = 100%.

TABLA XIII

		<u>Arena gruesa</u>	<u>Arena fina</u>	<u>Limo y arcilla</u>
Iñ.1	. .	68,25	24,76	6,99
Iñ.2	. .	50,93	33,36	15,71
Z.1	. .	24,39	58,10	17,51
Z.2	. .	22,90	48,70	28,40
Z.3	. .	37,19	40,81	22,00
Z.4	. .	3,61	6,92	89,47
Z.5	. .	27,58	60,66	11,76
Z.6	. .	0,58	7,05	92,37
Z.7	. .	4,43	32,23	63,34

TABLA XIV

	<u>Arena gruesa</u>	<u>Arena fina</u>	<u>Limo y arcilla</u>
Ft.22 . .	39,34	56,86	3,80
Ft.1 . .	23,12	59,37	17,51
Ft.2 . .	0,06	6,63	93,31
Ft.3 . .	7,48	84,37	8,15
Ft.4 . .	30,21	37,87	31,92
Ft.5 . .	9,61	32,83	57,56
Ft.6 . .	0,48	3,33	96,19
Ft.7 . .	1,33	10,63	88,04
Ft.8 . .	30,67	18,40	50,93
Ft.9 . .	0,11	3,94	95,95
Ft.10 . .	45,93	22,54	31,53
Ft.11 . .	43,19	36,36	20,45
Ft.12 . .	0,34	7,84	91,82
Ft.13 . .	9,45	10,53	80,02
Ft.14 . .	24,72	21,17	54,11
Ft.15 . .	36,14	40,02	23,84
Ft.16 . .	0,25	3,72	96,03
Ft.17 . .	36,29	47,66	16,05
Ft.18 . .	0,30	3,51	96,19
Ft.19 . .	16,62	29,00	54,38
Ft.20 . .	0,30	3,03	96,67

TABLA XV

		<u>Arena gruesa</u>	<u>Arena fina</u>	<u>Limo y Arcilla</u>	<u>Carbonato</u>
Z.1	. . .	18,09	43,10	12,99	25,82
Z.2	. . .	15,21	32,35	18,87	33,57
Z.3	. . .	23,21	25,47	13,74	37,58
Ft.22	. . .	0,05	5,73	80,72	13,50
Ft.3	. . .	4,00	45,15	4,36	46,49
Ft.4	. . .	16,77	21,03	17,72	44,48
Ft.5	. . .	3,82	13,02	22,80	60,36
Ft.6	. . .	0,16	1,15	33,09	65,60
Ft.7	. . .	0,43	3,48	28,81	67,28
Ft.8	. . .	18,41	11,04	30,56	39,99
Ft.9	. . .	0,04	1,48	36,10	62,38
Ft.10	. . .	24,24	11,90	16,64	47,22
Ft.11	. . .	24,64	20,74	11,67	42,95
Ft.12	. . .	0,14	3,17	37,18	59,51
Ft.13	. . .	4,07	4,53	34,45	56,95
Ft.14	. . .	11,19	9,58	24,49	54,74
Ft.15	. . .	19,66	21,77	12,97	45,60
Ft.16	. . .	0,11	1,60	41,33	56,96
Ft.18	. . .	0,13	1,48	40,60	57,79
Ft.19	. . .	10,12	17,65	33,10	39,13
Ft.20	. . .	0,10	1,03	32,83	66,04

Los resultados de los análisis mecánicos nos han permitido establecer una clasificación de las rocas, y agruparlas por su semejanza en cuanto a carbonatos, arena y limo-arcilla:

Lutitas: Z.4, Z.6, Z.7 y Ft.2. Siendo Z.6 lutita normal, Z.4 y Ft.2 lutita calcárea; Z.7, lutita silícea o arenácea.

Areniscas: Iñ.1, Iñ.2, Z.5, Ft.22, Ft.1 y Ft.17.

Areniscas calcáreas: Z.1, Z.2, Z.3, Ft.3, y Ft.11.

Margas arenosas: Ft.8, Ft.14, Ft.19, Ft.4, Ft.10 y Ft.15

Margas: Ft.12, Ft.13, Ft.16 y Ft.18.

Margas calcáreas: Ft.5, Ft.6, Ft.7, Ft.9 y Ft.20.

--Lutitas:

En Z.4, Z.6 y Ft.2, la fracción dominante es la limo-arcillosa, escasísima arena gruesa y escasa arena fina. En cambio Z.7 que es una lutita arenácea o silícea, la fracción dominante es la limo-arcillosa, pero tiene considerable cantidad de arena fina y algo de arena gruesa. La muestra Z.4, Ft.2 son lutitas calcáreas con considerable contenido en carbonatos.

--Areniscas:

Las areniscas Albenses-Cenomanenses Iñ.1, Iñ.2, son pobres en carbonatos, presentan mucha arena gruesa, bastante arena fina y son pobres en limo-arcilla. Las are

niscas Montienenses son Z.5, Ft.22, Ft.1 y Ft.17. Las tres primeras pertenecen a las partes altas de los montes y a la parte superior de las series; son pobres en carbonatos la fracción arena fina es la dominante, siguiéndola en importancia la arena gruesa y pobres en limo-arcilla, siendo Ft.1 la que posee más de esta fracción, luego Z.5 y Ft.22 pobre en esta fracción. La muestra Ft.17, pertenecé a la parte baja de la serie es más rica en carbonatos que el resto; así mismo aunque la arena fina es la dominante, hay menos diferencia de porcentaje con la arena gruesa que en las otras areniscas, es pobre en fracción limo-arcillosa, pero en cantidad parecida a la arenisca Ft.1

--Areniscas calcáreas:

Las pertenecientes a la serie de Zarauz presentan un contenido en carbonatos más bajo que las pertenecientes a la serie de Fuenterrabía. En las de Zarauz, el contenido de arena fina es superior al de arena gruesa, siendo ésta diferencia más marcada con la disminución en el contenido en carbonatos; la cantidad de limo-arcilla es considerable pero no elevada. En las de Fuenterrabía hay una marcada diferencia entre Ft.3 y Ft.11. Ft.3 está casi toda formada de arena fina, escasa cantidad de arena gruesa y de fracción limo-arcillosa, alto contenido en carbonatos. Ft.11, posee alto contenido en arena gruesa, bastante arena fina y limo-arcilla, y alto contenido en carbonatos.

Por lo que se refiere a las areniscas calcáreas es muy interesante lo que Gómez de Llarena (9) escribe acerca de ellas en esta zona. Denomina a las areniscas calcáreas "maciño", nombre tomado de los autores italianos, aludiendo a la gran dureza que presentan cuando no están alteradas, y con su color característico gris azulado, siendo ricas en carbonato cálcico. Cuando estas rocas están expuestas al aire se alteran con facilidad, disgregándose, y eliminándose el carbonato, entonces el óxido de hierro las torna amarillas, y son fácilmente disgregables. En efecto, las areniscas calcáreas son grises azuladas y tremendamente duras, por el contrario, las areniscas, normales, son amarillas y fácilmente disgregables. Las primeras pertenecen a la parte media de la serie Monticense y las segundas a la parte alta coincidiendo con las cimas de los montes, como ya anteriormente hemos indicado.

El carbonato cálcico de las areniscas debe de estar en forma de cemento. Pudiéndose explicar, por un proceso diagenético, en que el carbonato cálcico precipita entre los poros del sedimento clástico, consolidándose posteriormente la roca.

--Margas arenosas:

Ricas en carbonatos y fracción limo-arcillosa, así mismo es considerable el contenido de arena gruesa y arena fina. En Ft.4, Ft.10 y Ft.15, el contenido de arena

gruesa y arena fina, es más alto que en el resto.

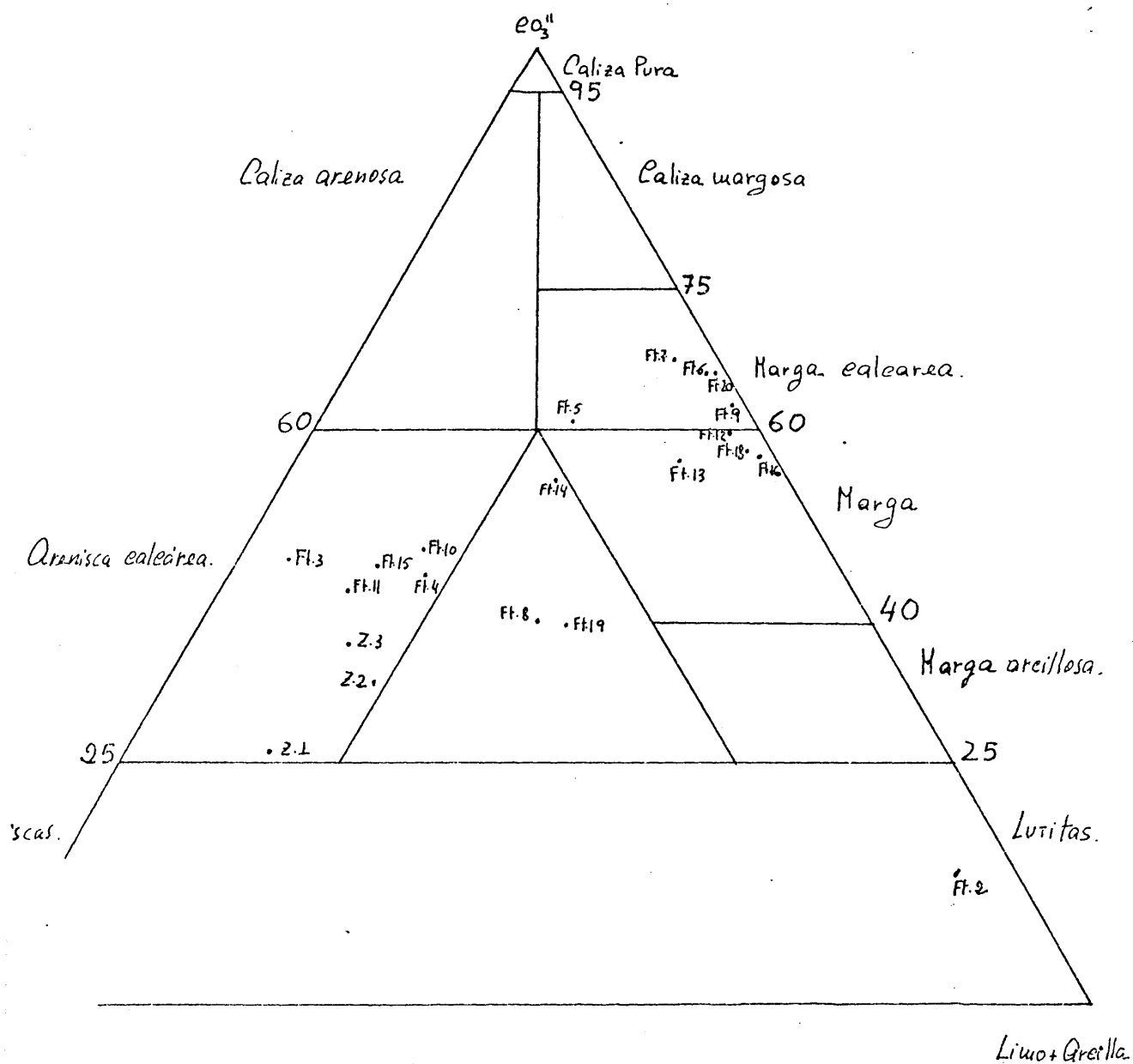
--Margas:

Ricas en carbonatos y fracción limo-arcillosa, pobres en arena gruesa y arena fina.

--Margas calcáreas:

Alto contenido en carbonatos y bastante fracción limo-arcillosa, pobres en arena gruesa y arena fina, presentan más carbonatos que las margas y menos limo-arcilla. Dentro de éstas es una excepción la Ft.5, pues con alto contenido en carbonatos y bastante limo-arcilla, presentan bastante fracción arenosa, sobre todo fina.

Diagrama Triangular de Clasificación.



J. ANALISIS QUIMICOS

TABLA XVI

	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>MgO</u>	<u>CaO</u>	<u>Na₂O</u>	<u>K₂O</u>	<u>TiO₂</u>	<u>P.P.C.</u>
Z.4 .	51,64	19,48	5,57	1,82	7,70	0,41	3,13	Menor de 0,1	12,71
Z.6 .	65,78	17,40	6,14	1,65	0,42	0,39	3,01	"	9,04
Z.7 .	79,28	10,40	4,86	0,72	0,30	0,31	1,68	"	6,08
Ft.2 .	60,50	20,05	5,57	1,65	0,30	0,32	3,01	"	11,07
Ft.6 .	19,28	2,83	1,07	0,69	41,30	0,37	0,60	Menor de 0,16	35,67
Ft.7 .	27,21	2,83	1,35	0,58	36,40	0,33	0,60	"	33,20
Ft.9 .	26,57	3,40	1,21	0,64	36,40	0,33	0,62	"	29,53
Ft.10.	34,28	3,23	1,43	0,59	33,04	0,29	0,66	"	21,93
Ft.12.	25,27	3,02	1,38	0,67	39,20	0,32	0,72	"	31,60
Ft.13.	27,85	3,02	1,28	0,64	38,08	0,26	0,60	"	31,96
Ft.14.	28,92	3,02	1,43	0,64	37,10	0,24	0,66	"	28,27
Ft.18.	30,21	3,78	1,43	0,64	35	0,21	0,70	"	31,71
Ft.20.	23,57	3,40	1,28	0,69	39,90	0,24	0,81	"	33,16

TABLA XVII

	$\frac{\text{CO}_3\text{Ca}}{\text{deduc. del CO}_2}$	$\frac{\text{CO}_3\text{Ca}}{\text{deduc. del CaO}}$	$\frac{\text{CO}_3\text{Mg}}{\text{deduc. del MgO}}$
Z.4 . . .	9,14	13,75	-
Z.6 . . .	1,13	0,75	3,45
Z.7 . . .	0,51	0,53	--
Ft.2 . . .	- (1)	0,53	3,45
Ft.6 . . .	65,60	73,75	-
Ft.7 . . .	67,28	65	1,21
Ft.9 . . .	62,38	65	-
Ft.10 . . .	47,22	59	-
Ft.12 . . .	59,51	70	-
Ft.13 . . .	57,90	68	-
Ft.14 . . .	54,74	66,25	-
Ft.18 . . .	57,79	62,50	-
Ft.20 . . .	70,63	71,25	-

(1) En Ft.2, se ha hallado los $\text{CO}_3^{=}$ (deducidos del CO_2) =
= 13,50

A la vista de la tabla (XVII) deducimos:

--El carbonato magnésico solo se ha podido calcular en aquellas muestras en que el carbonato cálcico deducido del CO_2 , supera al deducido del CaO , como son: Z.6, Ft.2 y Ft.7. La cantidad de carbonato magnésico en Z.6 y Ft.2 no es elevada pero sí considerable, en Ft.7 es baja. En Z.6 y Ft.2 está en forma de dolomitas como en efecto se han encontrado en la fracción pesada de la arena. En Ft.7, no hay dolomitas en la arena, luego es posible que el carbonato magnésico esté en la fracción limo-arcilla.

--El contenido de carbonato cálcico en las muestras, es variable. En Z.6 y Z.7 es muy bajo, en Z.4 algo más alto. En el resto de las muestras el porcentaje de carbonatos es bastante alto, aunque en ninguna pasa de un 75 %.

En la tabla (XVII), se expresa el porcentaje de carbonato cálcico deducido del CO_2 y el deducido del CaO .

Existen unas muestras en que el carbonato cálcico deducido del CaO supera al deducido del CO_2 , son las más, y existen otras muestras en que pasa lo contrario:

a) Las muestras en que el carbonato cálcico deducido del CaO supera al deducido del CO_2 son: Z.4, Z.7, Ft.6, Ft.9, Ft.10, Ft.12, Ft.13, Ft.14, Ft.18 y Ft.20. Puede ser debido este exceso a la presencia de plagioclasas en la fracción arena, así vemos que en todas

ellas menos en Z.7, es posible que existan plagioclasas en su fracción ligera, aunque no han podido ser identifi cadas, ya que tienen gran cantidad de alteritas. En cambio en Z.7, han sido identificadas plagioclasas en su fracción arena. Dado el hecho, de que en todas estas muestras, hay mucha fracción limo-arcilla, es posible que en ella esté el carbonato en forma de calcita. Por ejemplo en Z.4, se hizo el estudio de los minerales de arcilla y se identificó calcita.

b) Las muestras en que el carbonato cálcico deducido del CO_2 es superior al deducido del CaO , son: Z.6 y Ft.7. Este hecho, puede ser debido, a la existencia no solo de carbonato cálcico, sino también de carbonatos magnésicos y de hierro (dolomita y siderita). En efecto en Z.6, hay dolomitas y sideritas en la fracción arena, y en Ft.7, sideritas.

En la muestra Ft.2, se calcularon los carbonatos deducidos del CO_2 y son muy superiores, al carbonato cálcico deducido del CaO . Este hecho queda demostrado por la existencia de dolomitas y sideritas, sobre to do éstas en gran cantidad, en la fracción arena.

A la vista de la tabla (XVI), se deduce:

--El porcentaje de sílice, es elevado en Z.7 (lutita silícea) y algo menor en Z.4, Z.6 y Ft.2. Como se ha visto en la mineralogía de estas muestras, la cantidad de cuarzo es muy elevada, en la arena y en la fracción arcillosa. El resto de las muestras presentan un porcentaje de sílice considerable pero no elevado, debe estar fundamentalmente en forma de cuarzo, como se observó en la fracción arena. Aunque en la fracción arcillosa, es muy posible que también exista.

--El porcentaje de alúmina, es considerable en Z.4, Z.6 y Ft.2 (lutitas) y en Z.7 (lutita silícea), pues son muestras muy arcillosas, debe estar en forma de minerales de arcilla fundamentalmente, como micas, ilitas, caolinitas, encontradas en todas ellas. En el resto de las muestras el porcentaje es bajo, y debe estar en forma de minerales arcillosos.

--La cantidad de óxido de hierro, es elevada en Z.4, Z.6, Z.7 y Ft.2, dado el hecho de que estas muestras presentan mucha arcilla, el hierro debe estar formando minerales arcillosos, y otra parte en la fracción arena en forma de ferro-magnesianos. La existencia en esta fracción de hiperstena, biotita y limonitas, en Z.4. Biotita, glauconita, siderita y limonita en Z.6. Biotita, glauconita, limonita y siderita en Z.7. Biotita, clorita, glauconita y siderita en Ft.2. Así mismo, en la fracción arcillosa de Z.4 y Z.7, se encontraron, cloritas. Por

otro lado en la lámina delgada de Z.6, Z.7 y Ft.2, se vieron muchas zonas de óxidos de hierro. El resto de las muestras, presentan un porcentaje de hierro, muy semejante y más bajo que las anteriores. Dado que estas muestras, presentan arcilla, puede estar este hierro formando minerales arcillosos, pero también en forma de minerales de hierro en la arena, como lo demuestra la existencia de biotita, siderita y limonita en Ft.6; biotita, glauconita, siderita y limonita en Ft.7. Biotita, glauconita, siderita y limonita en Ft.9. Biotita, siderita y limonita en Ft.10. Siderita en Ft.12. Biotita, siderita y limonita en Ft.13. Clorita, biotita, glauconita y siderita en Ft.14. Biotita, siderita y limonita en Ft.18. Biotita y siderita en Ft.20.

--Por lo que respecta al óxido de magnesio, el porcentaje es bajo en todas las muestras, pero en Z.4, Z.6 y Ft.2, es algo más elevado. Puede estar en forma de minerales ferro-magnesianos o de dolomitas en la fracción arena, o bien pasar a la fracción arcillosa, para formar minerales de arcilla como ejemplo; las cloritas encontradas en Z.4 y Z.7. En todas las muestras, dada la cantidad de arcilla que tienen puede estar el magnesio en forma de minerales ferro-magnesianos. Por lo que respecta al óxido de magnesio en la fracción arena se observa:

En Z.4, debe estar en forma de minerales ferro-magnesianos, como lo demuestra la existencia de hipersitena y biotita. En Z.6, como hay carbonato magnésico está en forma de dolomita, aunque el MgO puede estar también

en forma de biotita y glauconita encontradas en esta muestra. En Ft.2, como hay carbonato magnésico está en forma de dolomitas aunque también biotitas, glauconitas y cloritas. En Z.7, el MgO debe combinarse con el $\text{CO}_3^{=}$ para formar dolomitas, como se ve en la fracción arena pero también se encuentran biotitas y glauconitas. En Ft.6, posiblemente en forma de biotita. En Ft.7, posiblemente carbonato magnésico pero no en la fracción arena sino en la limo-arcillosa, y también MgO formando biotita y glauconita. En Ft.9, hay dolomita luego es posible que algo de $\text{CO}_3^{=}$ se haya combinado con el óxido de magnesio para formarla, también formando biotita y glauconita. En Ft.10, posiblemente formando biotita. En Ft.12, posible en forma de minerales de arcilla. En Ft.13, en forma de biotita. En Ft.14, Ft.18 y Ft.20, existen dolomitas, también el óxido de magnesio formando biotita.

-- Na_2O . La cantidad en todas las muestras es baja no pasando en ningún caso de 0,41 %. Siendo Z.4, la que presenta la cantidad más elevada (0,41 %). El Na debe de estar en forma de plagioclasas, ahora bien, solo en las muestras Z.6, Z.7, Ft.2 y Ft.7, se han observado dichos minerales; en el resto no se ha visto, pero eso no quiere decir que no estén presentes, pues estas muestras tienen gran cantidad de alteritas y en ellas cabe la posibilidad de que estén las plagioclasas y no hayan podido ser identificadas.

--K₂O: La cantidad en las muestras Z.4, Z.6 y Ft.2 es bastante alto y algo menor en Z.7. En el resto de las muestras es bajo oscilando entre 0,60 % - 0,81 %. Es interesante saber que justo en las muestras que más arcilla presentan (Z.4, Z.6, Ft.2 y Z.7) son las que tienen un porcentaje de K₂O más alto pues puede ser que éste se encuentre no solo en los minerales de la fracción arena sino también en los minerales de la arcilla⁽¹⁾ En particular Z.7 y Ft.2 presentan feldespato K, moscovita (en gran cantidad en Ft.2) y biotita. Las muestras Z.4 y Z.6, presentan biotita y moscovita y posiblemente feldespato K, pero no ha sido identificado debido a la cantidad de alteritas de la fracción ligera. El resto de las muestras ya que también presentan bastante fracción arcilla, es posible que el K₂O esté formando minerales arcillosos, pero en la fracción arena también presentan minerales que en su composición entra el K. Concretamente todas estas muestras presentan gran cantidad de alteritas en su fracción ligera, en las cuales puede existir ortosa, pero que no ha sido posible su identificación. Además de esto, en Ft.6 hay biotita, en Ft.7 bastante moscovita, y algo de biotita, en Ft.9 bastante moscovita y algo de biotita, en Ft.10 biotita, en Ft.12 moscovita, en Ft.13 biotita, en Ft.14 moscovita y biotita, en Ft.18 moscovita y biotita y en Ft.20 moscovita y biotita.

(1) En efecto, Z.4, Z.6, Z.7 y Ft.2 presentan en su fracción arcilla, todas, micas-ilitas.

--TiO₂. La cantidad en todas las muestras es casi inapreciable. En forma de minerales de titano, que todas ellas presentan.

--En todas las muestras la cantidad de CO₂ no cubre la pérdida por calcinación, luego se debe pensar en la presencia de minerales de arcilla que pierden agua al calcinar. Concretamente en Z.4, Z.6, Z.7 y Ft.2 que se estudió su fracción arcillosa, presentan micas, ilitas, cao-linita, que son minerales que pierden agua al calcinar.

K. ANALISIS DE ARCILLAS

Se ha realizado el estudio de los minerales de la arcilla en cuatro tipos de rocas diferentes: areniscas calcáreas (Z.1, Z.2, Z.3, Ft.3), areniscas (Z.5), lutita silícea o arenosa (Z.7) y lutitas (Z.4, Z.6 y Ft.2), de estas tres últimas, Z.4 es lutita calcárea, Ft.2 es carbonatada y Z.6 lutita normal.

--Las areniscas calcáreas, Z.1, Z.2, Z.3, Ft.3, presentan en común, la existencia de micas-ilitas, cuarzo y calcita. Existen pequeñas diferencias entre ellas, Z.2 y Z.3 tienen gran cantidad de moscovita y Ft.3 gran cantidad de calcita. Por otro lado, Z.1, Z.2, Z.3, aunque en pequeña proporción presentan caolinita, en cambio Ft.3 no la presenta, ahora bien en esta muestra se ha encontrado montmorillonita siendo precisamente esta muestra la más calcárea de las cuatro. Solo presenta clorita la muestra Z.1.

La presencia de micas-ilitas en las cuatro muestras, viene apoyada por la existencia de moscovita en la fracción arena de las mismas. Por tanto la illita podría provenir de la alteración de la moscovita. La existencia de micas en la fracción arcilla en las muestras, podría ser un dato de alteración, al haber actuado ésta, han pasado a la fracción arcillosa parte de las micas.

La cantidad de cuarzo en todas las muestras, está en concordancia con los datos del análisis mineralógico de la fracción arena, que presenta gran cantidad de cuarzo. El hecho de que exista cuarzo en la arcilla, puede ser debido a un proceso de neoformación, o a un proceso de desmenuzamiento.

El hecho de que todas las muestras presenten calcita en su fracción arcillosa viene apoyado por la cantidad de carbonato cálcico que en todas ellas es considerable, sobre todo en Ft.3, que además es la que más calcita presenta en su fracción arcillosa.

Como dijimos anteriormente, Z.1, Z.2, Z.3, presentan algo de caolinita, en cambio en la fracción arena, excepto Z.1 que tiene algo de feldespato K, en el resto no se ha podido identificar, luego esta caolinita o bien proviene de la alteración de los feldespatos o bien es heredada, aunque esta última posibilidad parece la más acertada.

El hecho de que Z.1 tenga algo de clorita, puede ser debido a la alteración de las micas, o bien ser heredada.

La montmorillonita de la muestra Ft.3, puede venir de la alteración de minerales ferro-magnesianos.

—En la arenisca Z.5, se encuentran, micas-ilitas, sobre todo micas, cuarzo, caolinita y goethita.

El hecho de presentar micas-ilitas, viene apoyado por la existencia de micas en la fracción arena. Por tanto las ilitas podrían provenir de la alteración de la moscovita. Por otro lado el hecho de que existan muchas micas en la fracción arcillosa y pocas en la arena podría ser un dato de alteración.

En la fracción arenosa de esta muestra se encontró mucha cantidad de cuarzo, así mismo ocurre en la fracción arcilla. El cuarzo de la arcilla podría ser de neoformación o bien existir debido a un proceso de desmenuzamiento.

En la fracción arenosa se encontraron plagio-clasas y feldespatos K en pequeña cantidad. La aparición de caolinita en la arcilla, se podría explicar por la existencia de un proceso de alteración a partir de los feldespatos, aunque nos inclinamos más a que esta caolinita sea heredada.

La existencia de goethita en la arcilla es muy interesante, pues seguramente las limonitas encontradas en la arena, no sean tales limonitas sino goethitas, difíciles ambas de distinguir solo con luz reflejada (que es como se estudiaron los opacos en la arena).

--La lutita silíceá o arenosa, Z.7, presenta caracteres bastante parecidos a la lutita no calcárea Z.6, con la diferencia de que Z.7 presenta más moscovita que Z.6 y

y algo de clorita. Los minerales de la arcilla de Z.7 son: micas-ilitas, cuarzo, algo de caolinita y algo de clorita.

En la fracción arenosa de esta muestra se encontraron, algunas moscovitas y biotitas. El hecho de que existan micas-ilitas en la arcilla, puede ser debido a que las ilitas sean producto de alteración de las micas. Así mismo el hecho de que exista bastantes micas en la arcilla es un dato de alteración. Las cloritas existentes podrían venir también de la alteración de las micas, o bien ser heredadas.

En el análisis químico de esta roca, se vió una considerable cantidad de K_2O , MgO y Fe_2O_3 , ya que en la arena la cantidad de feldespato potásico es pequeña y la de minerales ferro-magnesianos no muy elevada, deben estar estos elementos en parte formando las micas-ilitas y las cloritas.

Tanto la fracción arena como la arcilla es rica en cuarzo, éste puede ser en la arcilla neoformado o bien ser producto de un desmenuzamiento sufrido.

La presencia de caolinita, podría ser debido a la alteración de los feldespatos, que son escasos en la arena, o más bien podría ser heredada.

Por último, en el análisis químico se vió que el CO_2 no cubría la pérdida por calcinación, luego existen minerales de arcilla que pierden agua al calcinar, como en efecto son los encontrados en la fracción arcilla (micas, caolinita y cloritas).

--Las lutitas Z.4, Z.6 y Ft.2, presentan semejanzas y también algunas diferencias. Para empezar diremos que Z.4 y Ft.2 son lutitas calcáreas y carbonatada respectivamente, y Z.6 lutita normal.

Las tres presentan en común, la existencia de micas-ilitas en su fracción arcillosa, cuarzo y caolinita. Siendo Ft.2 la que presenta mayor cantidad de micas, como así mismo sucede en la fracción arena y siendo Z.4 la que presenta mayor cantidad de caolinita. Las diferencias fundamentales están en que Z.4 presenta calcita y clorita y Z.6 y Ft.2 no las presenta.

El que haya micas-ilitas en las tres muestras está apoyado por la existencia de moscovita y biotita en las fracciones arena de las tres muestras siendo Ft.2 la que las presenta en mayor cantidad. Podría ser que las ilitas, provengan de la alteración de las micas y así mismo el hecho de que existan micas en la fracción arena y arcilla puede ser un dato de alteración.

Por otro lado las tres muestras presentan una cantidad considerable de K_2O en su análisis químico, ya



que el feldespato K o no se ha identificado como sucede en Z.4 y Z.6 o es escaso como en Ft.2, ésto nos hace pensar en la posibilidad que esté formando en parte las micas e ilitas existentes en la fracción arcillosa.

La presencia de clorita en Z.4 podría ser debida a la alteración de las biotitas, o bien ser heredadas. En el análisis químico la cantidad de MgO y Fe_2O_3 es considerable, por tanto pueden estar en parte formando cloritas además de los ferro-magnesianos de la fracción arena.

La caolinita presente en las tres muestras, puede o bien provenir de la alteración de los feldespatos, que parecen no estar presentes, o hacerlo en pequeña cantidad en la fracción arena, o bien ser heredada, es más probable esta última posibilidad.

El cuarzo existente en las tres muestras abundante en la fracción arcilla es así mismo abundante en la arena, formando casi la totalidad de la fracción ligera. El hecho de que exista en la fracción arcilla puede ser debido a una neoformación o bien a un proceso de desmenuzamiento.

La existencia de calcita en Z.4 está apoyada por la cantidad de CO_3Ca que presenta esta muestra.

Por último en el análisis químico de estas muestras se vió que el CO_2 no cubre la pérdida por calcinación lo cual apoya la existencia de minerales de arcilla que pierden agua al calcinar como, micas-ilitas, caolinita, existentes en estas muestras.

VI. CONCLUSIONES

El objeto de estudio de este trabajo, han sido, dos series, tomadas en el litoral costero guipuzcoano, de rocas de diferente naturaleza, pertenecientes al flysch Cretácico-Eoceno, que aflora a lo largo de toda la costa guipuzcoana. Las rocas estudiadas han sido: areniscas, areniscas calcáreas, margas arenosas, margas, margas calcáreas, lutitas y lutitas silíceas. Concretamente, en Zarauz y Fuenterrabía se han tomado dichas series.

En Zarauz, la serie es de: areniscas calcáreas (Z.1, Z.2 y Z.3), areniscas (Z.5) y lutitas (Z.4, Z.6 y Z.7).

En Fuenterrabía, la serie es: areniscas (Ft.22, Ft.1 y Ft.17), areniscas calcáreas (Ft.3 y Ft.11), margas arenosas (Ft.4, Ft.8, Ft.10, Ft.15 y Ft.19), margas (Ft.12, Ft.13, Ft.16 y Ft.18), margas calcáreas (Ft.5, Ft.6, Ft.7, Ft.9 y Ft.20) y lutitas (Ft.2).

En la localidad de Ibañarrieta, se tomaron dos muestras, de areniscas (albenses-cenomanenses), que han sido también objeto de estudio en este trabajo. Pero estas muestras no pertenecen al flysch costero guipuzcoano.

Las series de Fuenterrabía y Zarauz, son concretamente montienses (eoceno inferior). Las rocas en la serie se encuentran alternantes; materiales duros y materiales blandos, destacando aquellos de éstos. Los mate-

riales blandos típicos son, las margas y lutitas, en general más atacables por la erosión marina. Los materiales duros típicos son, margas arenosas, margas calcáreas y areniscas, sobre todo las calcáreas; ya que las areniscas amarillas, son fácilmente disgregables, pero, a pesar de todo, en las series suelen destacar de los materiales blandos. Estas areniscas, están formando las cumbres de los montes, a lo largo de todo el litoral costero guipuzcoano.

Los materiales montienses están claramente diferenciados de los cenomanenses, por las calizas y margas vinosas pertenecientes al danense, fácilmente identificado este tramo en diversas zonas del litoral.

1. Las areniscas (albenses-cenomanenses), son pobres en carbonatos. Las areniscas amarillas (montienses), son pobres en carbonatos, pero Ft.17, que pertenece, a la parte baja de la serie de Fuenterrabía, posee un contenido en carbonatos algo superior. El escaso carbonato que poseen todas ellas, está en forma de cemento.

Las areniscas calcáreas, son ricas en carbonatos, concretamente, están en forma de carbonato cálcico, calcita. Formando el cemento de dichas rocas, en microcristales o en grandes cristales. Dichas areniscas son las que Gómez de Llarena, denomina "Maciño", de color gris azuladas, duras, cuando no están alteradas. Al ser expuestas al aire, se alteran, eliminándose el carbonato y tornándolas amarillas, los óxidos de hierro. En estas condiciones se hacen disgregables. Estas areniscas, que se forman como consecuencia de la alteración de las areniscas calcáreas, son las areniscas amarillas, de las que anteriormente hemos hablado.

El hecho de que el carbonato, esté formando el cemento de las areniscas, es debido a un proceso diagénico, en que el carbonato cálcico precipita entre los poros del sedimento clástico, consolidándose posteriormente la roca.

En las margas arenosas, margas y margas calcáreas, el carbonato cálcico, se presenta microcristalino.

En las lutitas, Z.4, el carbonato está en forma de calcita en la arcilla, y en Ft.2, el carbonato, en forma de dolomita y siderita.

2. Las areniscas amarillas, son pobres en hierro en cemento. Luego el hierro debe ser solo colorante.

3. La materia orgánica, en las areniscas amarillas montienses, es alta; debe estar en forma de cemento. En las areniscas albenses-cenomanenses, el porcentaje de materia orgánica es bajo; puede ser debido a que son más antiguas y por tanto no conservan casi materia orgánica. En la lutita silícea, el porcentaje es bajo, debe estar diseminado en la roca.

4. La fracción arenosa, en todas las muestras, en general, se acumula en los tamaños menores. Luego ha habido ataque físico.

5. Los minerales pesados, se acumulan, en todas las muestras fundamentalmente en la fracción menor de 0,125 mm. Ha habido ataque físico.

6. El estudio de los minerales pesados transparentes, nos llevó a las siguientes conclusiones:

Mayor variedad mineralógica en Fuenterrabía que en Zarauz. Mayor cantidad de micas, estaurolitas y glauconitas en Fuenterrabía que en Zarauz. Mayor cantidad de minerales de titano en Zarauz que en Fuenterrabía. Semejantes ambas zonas en cantidad de turmalinas y circones.

7. Parece ser que Zarauz en términos generales presenta mayor madurez mineralógica que Fuenterrabía. Posiblemente debido a su mayor distancia del área madre.

8. Los minerales opacos que aparecen; por orden de frecuencia son: sideritas, limonitas, leucoxenos e ilmenitas

En las areniscas montienses, la limonita es más abundante que la siderita, seguramente debido a la transformación de siderita en limonita, por un proceso de meteorización. Dato que corrobora la idea, de que estas areniscas descarbonatadas han sido anteriormente areniscas calcáreas, puesto que en estas últimas, no sometidas a meteorización, existe más siderita que limonita.

9. La glauconita, se presenta siempre en granos rodados, por lo que no es autigénica y se ha depositado al mismo tiempo que la fracción arena.

10. En cuanto a la fracción ligera de la arena se observa:

Las areniscas (albenses-cenomanenses) presentan características muy diferentes. Ibañarrieta.1, el cuarzo es el mineral dominante, abundante feldespato potásico, algo de plagioclasas y micas. Ibañarrieta.2, formada casi en su totalidad de cuarzo, solo algunas micas.

Las areniscas (montienses), presentan cuarzo como mineral dominante, bastante feldespato potásico, sobre todo en Ft.22 y Z.5, escasas plagioclasas y abundantes micas.

Las areniscas calcáreas, pertenecientes a Zaurauz, se encuentran formadas de cuarzo; las de la serie de Fuenterrabía, formadas de cuarzo, pero Fuenterrabía.3 presenta gran cantidad de feldespatos potásicos y plagioclasas y algunas micas, Fuenterrabía.11, formada de cuarzo, presenta menos feldespatos que la anterior y algunas micas.

Las margas arenosas, formadas de cuarzo, algo de feldespato y micas. Fuenterrabía.10, 14 y 19, formadas de agregados de cuarzo, donde no han podido identificarse feldespatos.

Las margas, formadas de agregados de cuarzo, donde no han podido ser identificados feldespatos. Las margas calcáreas igual a las margas, pero en ellas han podido ser identificados algunos feldespatos.

Las lutitas, formadas de agregados de cuarzo, identificándose algunos feldespatos.

El cuarzo, en general es subangular, a veces en agregados, a veces chert. Los feldespatos con las puntas romas.

La abundancia de cuarzo, nos indica el carácter ácido de los sedimentos de los que provienen dichas rocas. La asociación de cuarzo con feldespato, pero éste en cantidad menor, unido a la subangulosidad de los granos de cuarzo, nos da el carácter medianamente maduro de estas rocas. La concentración de feldespatos y micas, en fracciones menores, es debido a la existencia de ataque físico, ya que estos minerales son exfoliables y pasan a fracciones menores. Por otro lado el transporte ha sido corto y rápido, sobre todo en aquellas muestras que tienen más alto el contenido en feldespato. El hecho, de que existan más feldespatos potásicos que plagioclasas, es debido a la mayor resistencia de aquellos a la alteración, luego ha existido alteración.

En resumen: La escasez de plagioclasas, el no elevado porcentaje de feldespato potásico, la existencia de micas, el grado de rodamiento de los granos de cuarzo, nos hace pensar en rocas medianamente maduras, que han sufrido alteración y un transporte corto y rápido.

La relación cuarzo/feldespatos se ha podido calcular solo en algunas muestras, pues en muchas no han podido identificarse feldespatos. Dando como resultado de

su interpretación, madurez media para estas rocas.

11. Considerando que, para establecer el índice de madurez de las rocas, hemos tenido en cuenta, la cantidad de minerales pesados estables e inestables, así como la relación cuarzo/feldespatos de la fracción ligera. Se llegó a la siguiente conclusión:

Rocas medianamente maduras, haciéndose más in maduras conforme aumenta la profundidad en la serie.

12. Para establecer, el índice de alteración, hemos considerado los minerales pesados estables e inestables que existen y sobre todo nos hemos fijado en la cantidad de moscovita y biotita, así como en la cantidad de feldespatos y la relación siderita, limonita. Llegándose a la siguiente conclusión:

La alteración no ha sido fuerte, y conforme aumenta la profundidad en la serie, se encuentran menos alteradas.

13. Los feldespatos nos han permitido establecer el modo de transporte, llegándose a la siguiente conclusión:

Rocas que han sufrido transporte corto y rápido.

14. Las rocas estudiadas, provienen de diversos material es: rocas sedimentarias (granos redondeados de minerales

resistentes, como circón y algunas turmalinas, que han sufrido otro ciclo de sedimentación), pegmatitas (turmalina azul y agregado de cuarzo y feldespato), rocas ígneas ácidas (turmalina amarilla, marrón y verde, circón, cuarzo, feldespatos y micas), rocas metamórficas (estaurolita, epidota, distena, andalucita, granate, micas de extinción ondulante y fragmentos de roca de tipo cuarcita) y ofitas (vidrios volcánicos). Vemos que los granos más angulares, provienen de materiales originales.

Pensando, que en el Eoceno, el Macizo Paleozoico de Cinco Villas, próximo a la zona estudiada, estaba emergido, la mayoría de los materiales encontrados, provendrían de dicho Macizo, en el que se encuentran las siguientes rocas: esquistos, grauvackas, dolomías, calizas marmorizadas, areniscas, cuarcitas, pudingas y granitos. En las proximidades a dicho Macizo hay ofitas.

Las muestras más próximas a dicho Macizo (las de Puente de Rabia) son las que presentan mayor número de minerales inestables, fundamentalmente metamórficos (estaurolitas y micas de extinción ondulante), puesto que el transporte ha sido más corto.

15. Todas las areniscas en lámina delgada, presentan las mismas características. Estructura microbrechoide, heterometría de grano, escaso material cementante (sílice, carbonatos), algo de matriz limo-arcillosa, abundantísimo cuarzo, algo de moscovita, biotita, glauconita,

chert y feldespatos. En algunas aparecen fragmentos volcánicos y en otras fragmentos de roca (cuarcita).

Las areniscas calcáreas, semejantes a las anteriores, pero tienen abundantísimo cemento calcáreo (calcita), bien en cristales o bien en microcristales. En Ft.3, se encontraron "Globigerinas y Rotálidos" y en Ft.11, "Globigerinas, Orbulinas y espículas de esponja".

Las margas arenosas, están formadas de fracción limo-arcillosa, calcita microcristalina y escasos granos de cuarzo, calcita, moscovita y glauconita. Todas presentan "Globigerinas". En Ft.4 se encuentran "Rotálidos" y en Ft.19 "Orbulinas".

Las margas y margas calcáreas, se encuentran formadas de fracción limo-arcillosa y calcita microcristalina. En todas se encontró "Globigerinas". En Ft.9, se encontró "Globotruncana".

Las lutitas, formadas de material limo-arcilloso, encontrándose con características de bajo metamorfismo, tal vez sean argillitas, las muestras: Ft.2 y Z.6. La Z.7 tiene algo de cuarzo y micas. Todas presentan zonas de óxidos de hierro.

Los fósiles encontrados, en estas muestras, sobre todo, las "Globigerinas", son típicas del Eoceno, pero al que pertenecen dichas rocas.

16. Las areniscas (albenses-cenomanenses), ricas en arena gruesa, abundante arena fina, y escasa fracción limo-arcilla; luego son sedimentos heterométricos, de tamaño máximo poco variable, siendo la fracción arena la dominante y la fracción fina la acompañante.

Las areniscas (montienses), ricas en arena fina, con abundante arena gruesa y muy escasa fracción limo-arcillosa; luego son sedimentos heterométricos, de tamaño máximo poco variable, en los que la fracción arena es la dominante y la fracción fina, la acompañante.

La diferencia, entre las areniscas (albenses-cenomanenses) y las (montienses), está en que aquellas, presentan el porcentaje de arena gruesa mucho mayor que éstas.

Las areniscas calcáreas, presentan características similares a las anteriores, con la diferencia de que la arena es fundamentalmente fina, y los porcentajes de carbonatos son muy altos. El carbonato, está en forma de cemento, bien microcristalino o bien en cristales.

Las margas arenosas, formadas de carbonatos y fracción limo-arcillosa, bastante arena gruesa y fina. Las margas, formadas de carbonatos y fracción limo-arcillosa, pobres en arena. Las margas calcáreas, formadas de carbonatos, bastante limo-arcilla y pobres en arena.

Las lutitas, formadas de limo-arcilla, escasa arena. Pero Z.7, lutita arenácea, tiene considerable fracción arena.

17. Se presentan dos tipos muy diferentes de análisis químicos, dada la diferente naturaleza de las rocas. Por un lado lutitas y por otro margas.

Las lutitas: Presentan alto contenido en sílice, como lo demuestra el alto contenido en cuarzo, en la arena y arcilla. Alto contenido en alúmina, en forma de minerales de la arcilla, como ilita, micas, caolinita. Alto contenido de óxido de hierro, lógico, dada la existencia de minerales de hierro en la arena y en la arcilla, así como las manchas de óxidos de hierro que se observaron en lámina delgada. Bastante óxido de magnesio que se encuentra en forma de minerales de magnesio en la arena, como dolomitas en Z.6 y Ft.2, y en la arcilla. Bajo porcentaje de óxido de calcio; en efecto, hay muy poco carbonato cálcico en estas rocas, solo Z.4 tiene algo más y está en forma de calcita en la fracción arcilla. Bajo porcentaje de óxido de sodio, que está en forma de plagioclasas en la arena. Alto porcentaje de óxido de potasio, en forma de ortosa y micas en la fracción arena y micas-ilitas en la arcilla.

Las margas, margas calcáreas y la marga arenosa (Ft.10): Presentan considerable contenido en sílice; en efecto, muchos agregados de cuarzo en la arena y tal vez haya cuarzo en la arcilla. El contenido de alúmina es bajo, debe estar en forma de minerales arcillosos. La cantidad de óxido de magnesio bajo, en forma de minerales en la arena y arcilla. El contenido de óxido de calcio alto;

en efecto, estas rocas muy ricas en carbonato, calcico, en forma de calcita. El porcentaje de óxido de sodio bajo, debe estar en forma de plagioclasas en la arena, que no han sido identificadas. El contenido de óxido de potasio, bajo, en forma de micas en la arena, tal vez ortosa no identificada; y en la arcilla, tal vez minerales de potasio.

En todas ellas, el anhídrido carbónico no cubre la pérdida por calcinación, lo que indica presencia de minerales de arcilla que pierden agua al calcinar.

En todas las muestras, excepto Z.6, Ft.7 y Ft.2 el carbonato cálcico deducido del óxido de calcio supera al deducido del anhídrido carbónico, luego presencia de plagioclasas. En Z.6 y Ft.7, el carbonato cálcico del óxido de calcio, es inferior al deducido del anhídrido carbónico; lo que demuestra la existencia de otros carbonatos, que no son solo cálcicos, sino de magnesio y de hierro, como dolomitas y sideritas, de hecho en Z.6 existen ambas y en Ft.7 hay siderita. En Ft.2, los carbonatos existentes no son cálcicos sino de hierro y de magnesio, dolomitas y sideritas.

Finalmente, diremos, que las margas, margas calcáreas y Ft.10 (marga arenosa) son ricas en carbonato cálcico. La lutita Ft.2 en carbonatos de hierro y de magnesio. La Z.4 en calcita y Z.6 y Z.7 pobres en calcita. Por supuesto el porcentaje de carbonatos en lutitas es muy inferior al de las margas.

18. Se ha realizado el estudio de los minerales arcillosos, en las lutitas, en una arenisca (Z.5) y en las areniscas calcáreas.

La existencia de micas e ilitas en todas ellas, puede interpretarse, como el resultado de la alteración de las micas de la fracción arena, encontradas en todas ellas. Así mismo, las ilitas deben provenir de la alteración de las micas. El cuarzo, existente en todas las muestras, puede ser debido, a un proceso de neoformación, o de desmenuzamiento. La caolinita existente, en todas menos en Ft.3, se cree que es heredada. La presencia de clorita, en Z.1, Z.4 y Z.7, se interpretó como producto de alteración de las micas o bien como un mineral heredado. El que se encuentre calcita, justo en las muestras con más cantidad de carbonato como son Z.1, Z.2, Z.3, Z.4 y Ft.3, es lógico ya que parte del carbonato está en la fracción arcillosa.

La presencia de goethita, en Z.5, concuerda, con la encontrada en la fracción arena. La montmorillonita de Ft.3, puede provenir de la alteración de minerales ferro-magnesianos.

19. Como se deduce del estudio de estas rocas del flysch, dentro del mismo piso, son muy diferentes en composición. Encontrándose alternantes en las series. Esta alternancia de materiales gruesos y finos, así como, de materiales ricos y pobres en carbonatos, se po-

dría explicar, por corrientes densas, que llevan en sus pensión material grueso, conduciéndolo mar a dentro, a zonas tranquilas, donde se encuentran materiales finos depositados, entremezclándose con ellos. Para que estas corrientes se produzcan, han de partir de zonas elevadas inestables, de la corteza terrestre próximas al mar, o en zonas elevadas en el mar próximas a sinclinorios. Estas zonas, son barridas por la erosión, y todo el mate rial arrastrado en suspensión, es depositado mar adentro en zonas tranquilas.

De zonas tranquilas y profundas son típicas, las lutitas margas y margas calcáreas. De zonas poco profundas son, los materiales más gruesos, como areniscas, areniscas calcáreas y margas arenosas.

VII. B I B L I O G R A F I A

1. ALEIXANDRE, T. y PINILLA, A.- 1968. Modificaciones en las técnicas aplicadas al estudio mineralógico de fracciones gruesa o arenas. Anal. Edaf. Agrobiol., Tomo XXVII, nº 7 y 8, 563-567. Madrid.
2. ARBENZ, P.- 1919. Problem der sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Vierteljahr Nat. Ges. Tomo LXIV. Zürich.
3. ARGANZ, E.- 1921. Plissements precursers et plissements tardifs des chaines de montagnes. Act. Soc. Helvet. Sci. Nat. Aarau.
4. BÜLOW, K.- 1963. Geología para todos. Edit. Labor.
5. DELOFREE, R. 1965. Etude geologique du flysch cretace superieur entre les Vallees de L'Ouzon et du Gave de Mauleon (basses Pyrennees). Imprimerie Biere 18 rue de Pongne. Bordeaux (France).
6. DZULYNSKY, S. y WALTON, E.K.- 1965. Sedimentary features of Flysch and Greywackes developments in sedimentology. Elsevier publishing, Co.
7. GIGNOUX, M.- 1950. Geologie stratigraphique. Masson Cie. Editeurs. Libraires de L'Academie de Medicine.
8. GIGNOUX, M.- 1950. Sedimentation rythmique dans les plaines maritimes et au fond des mers. C.R.Acad. Sc. (Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Academie des Sciences), Tomo CCXXX. France.

9. GOMEZ DE LLARENA, S.- 1954. Observaciones geológicas en el flysch cretácico-nummulítico de guipuzcoa. Monografías del Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Geológicas. Tomo I, nº 13, C.S. I.C. Madrid.
10. HILLEBRAND-WILKE, D.- 1944. Analyse der silikat und karbonat gesteine. 1910 en JACOB, J.: Guía para análisis químico de las rocas. C.S.I.C. Madrid.
11. HUANG, Ph.D. y WALTER, T.- 1962. Petrology. Associate professor of geology and department geology. Baylor University. McGraw-Hill. Brook Co. Inc.
12. KRUMBEIN y SLOSS.- 1963. Estratigrafía y sedimentación. UTEHA. Méjico.
13. KUENEN, Ph.- 1950. Marine geology. J. Wiley Sons. New York.
14. LAPPARENT, J.- 1918. Etude lithologique des terrains cretaces de la région d'Hendaye. M.S. G.F. (Memoires de la Société Géologique de France). Impresores nacionales. París.
15. LAPPARENT, J.- 1924. Les phenomenes de sedimentation dans les terrains du cretaces et de l'Eocene des Pyrenees occidentals. C.R.Ac.Sc. (Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences). París.
16. LOMBARD, A.- 1956. Geologie sedimentaire. Les series marines. Masson et Cie. Editeurs. Paris.
17. MANGIN, J.Ph.- 1959. Le nummulitique sud-pyrénéen a l'Ouest de l'Aragón. These. Sc. Dijon

18. MAPA GEOLOGICO DE GUIPUZCOA.- 1:100.000 Inst. Geol. y Minero de España.
19. MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA.- 1971. 1:200.000. Nº 12 y 5. Geol. Min. de España.
20. PEREZ MATEOS, J.- 1965. Análisis mineralógico de arenas. Patronato Alonso de Herrera. C.S.I.C. Madrid.
21. PETTIJOHN, F.J.- 1970. Sedimentary Rocks. Harper y Brothers. New York. 1948. Traducción Dr. Juan Turner "Rocas Sedimentarias". 2ª edición.
22. PINILLA, A. y PEREZ MATEOS, J.- 1968. La zona aragonesa de la cuenca terciaria del Ebro. Su estudio sedimentológico. Anal. Edaf. Agrobiol.
23. RAT, P.- 1959. Les pays cretaces vasco-cantabriques (Espagne). Theses. Faculté des Sciences de l'Université de Dijon. France.
24. RECH-FROLLO.- 1950. Petrographie du Flysch". Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. Tomo LXXXV. France.
25. ROBINSON, G.V.- 1924. A new method for the mechanical analysis of soils and others dispersions. J. Agric. Sc., 14, 625.
26. RUIZ DE GAONA, M.- 1948. La fauna principalmente nummulítica de la serie terciaria guipuzcoana. Estud. Geol., Tomo 9, 133-158, Madrid.
27. STUDER, B.- 1827. Geologie der Schweiz. Bern.
28. TALENS, J. y MINGARRO, P.- 1963. Estratigrafía, tectónica y geología histórica.

29. TERAN, M. y SOLE SABARIS, L.- 1952. Geografía de España y Portugal. Tomo I. Muntaner y Simón, S.A. Barcelona.
30. TERCIER, J.- 1947. Le flysch dans la sedimentation Alpine. E.G.H. (Eclogae Geologicae Helveticae), vol. XL, nº 2.
31. TWENHOFEL, W.H.- 1932. Treatise on sedimentation. Bailiere, tindall. Cox. London.
32. TWENHOFEL, W.H.- 1961. Treatise of sedimentation. Dover publications. Inc. New York.
33. TYURIN, I.V.- 1961. Soil organic matter. Kononova. Pergamon Press. Oxford.
34. VAN DER GRACHT.- en Twenhofel, 1932.
35. VASSOEVICH, N.- 1948. Rythmic sedimentation of flysch. Geocon. London.
36. VILAS, L.- 1943. La razón molecular $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ en la caracterización de los suelos. II. An.Fisc.Quim. Tomo XXXIV, 491. Madrid.
37. VILLAR CELORIO, C.- 1969. Estudio mineralógico de los suelos de la sierra de Guadarrama y su aportación a la génesis de los mismos. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia.
38. VIRGILI, C.- 1968-1969. Lección de estratigrafía.
39. ZIMMERMANN.- en Treadwell, F.P.- Tratado de química analítica. IV. Ed. española por el Dr. Emiliano Jimeno. Manuel Martín (graf. Rex). Barcelona, 1940.

- ALEIXANDRE, T. y PINILLA, A.- 1968. Mineralogía de unos suelos mediterráneos de las provincias de Almería, Murcia y Alicante. Anal. Edaf. Arobiól., C.S.I.C., T. XVII, nº 9-10, pags. 624-662. Madrid.
- BOLETIN DE LA COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA.- 1906. Tomo VIII, 2ª serie, Madrid.
- BOSWELL, P.G.H.- 1933. Mineralogy of sedimentary rocks. Thomas Murby Co., I., Fleet lane, E. C.4. London.
- BOUMA, A., KUENEN, H. Ph.Dr. y SHEPARD, F.A.- 1962. Sedimentology of some flysch deposits. Elsevier Publishing Co., New York.
- BRINKMAN, R.- 1966. Compendio de Geología Histórica. Edit. Labor.
- DOUGLAS, D.J., FAVEJEE, J. ch. L. NOTA, D.J.G. y VAN DER PLAS, L.- 1965. On the identification of Feldspars in Soils. Mededelingen van de Landbouwhogeschool. Wageningen. Nederlands. Publicatie. Nº 441.65-9.
- HEINRICH, E.W.- 1965. Microscopic identification of minerals. Mc. Graw-Hill. Book Company, New York.
- HOYOS DE CASTRO, A.- 1969. Mineralogía. 3ª edición (reimpresión). Realigraf. Madrid.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO.- Hoja nº 40. Jaizquivel (Guipuzcoa). Mapa Geológico 1:50.000.

- KER, P.F.- 1965. Mineralogía óptica. 3ª edición. Ediciones del Castillo, S.A. Madrid.
- KHADR, M.- 1960. An examination of the light fraction of some Egyptian soils. Meded. Landbouwhogeschool. Wageningen. Netherlands. 60 (12), 1-12.
- KRYNINE, P.D.- 1946. The tourmaline group in sediments. The journal of geology, vol. 54. The University of Chicago Press. Chicago, Illinois.
- LEGUEY JIMENEZ, S.- 1969. Estudio sedimentológico de las cuencas de los ríos Esla y Pisuerga. Tesis Doctoral. Pamplona.
- LORING, D.H. y NOTA, D.J.G.- 1966. Sea -floor conditions around the Magdalen Islands in the southern gulf of St. Lawrence. Laboratorium voor regionale bodemkunde. Landbouwhogeschool. Wageningen. Nederlands Publicatie. nº 451.
- LORING, D.H. y NOTA, D.J.G.- 1969. Mineral dispersal patterns in the gulf of St. Lawrence. Laboratorium voor Regionale Bodemkunde. Landbouwhogeschool. Wageningen. Nederlands. Publicatie. Nº 495.
- MANGIN, J.Ph.- 1958. Note préliminaire sur le faciès flysch de l'Eocene en Navarre Espagnole. Extrait de Eclogae geol. Helv. Vol. 51, nº 3, pág. 1026.
- MANGIN, J.Ph.- 1964. Petit historique du dogme des turbidites. Extrait du C.R. Sommaire des seances de la Societe Geologique de France. Fascicule 2. Separate.
- MARTINEZ REYES, E.- Estudio de las formaciones sedimentarias del cuaternario del Ebro. Inst. de Edaf. y Fisiol. Vegetal. C.S.I.C. Tesis doctoral.

- MILNER, H.B.- 1962. Sedimentary Petrography. Co-Editors. A.W. Ward. F.H. igham. George Allen y Urwin. London.
- NOTA, D.J.G. y BAKKER, A.M.G.- 1960. Identification of soil minerals using optical characteristics and specific gravity separation. Meded. Landbouwhogeschool. Wageningen. 60 (11), 1-11. Nederlands.
- NOTA, D.J.G. y LORING, D.H.- 1964. Recent depositional conditions in the St. Lawrence river and gulf.- a reconnaissance survey. Laboratorium voor regionale bodemkunde. Landbouwhogeschool. Wageningen. Nederlands. Publicatie. Nº 435.
- PEREZ MATEOS, J.- 1968. Alteración de los minerales en sedimentos y suelos. Bol.Soc. Esp. de Historia natural Geol. (C.S.I.C.), 66, págs. 219-234. Madrid.
- PEREZ MATEOS, J.- 1968. Estudio mineralógico de dos suelos rojos mediterráneos de la Provincia de Granada. Anal. Edaf. Agrobiol.
- PEREZ MATEOS, J., ALEIXANDRE, T. y LEIVA, A.- 1968. Los arenales costeros de la provincia de Murcia. Mineralogía y granulometría de sus arenas. Bol.Inst.Estud. Asturias. Separata del nº 14. Oviedo.
- PEREZ MATEOS, J.- 1944. El color de la turmalina. Extracto de notas y comunicaciones del Inst. Geolog. y Min. de España, nº 13. Madrid
- PETTIJOHN, F.J. y POTTER.- 1964. Atlas and Glossary of Primary Sedimentary structures.
- PINILLA, A, ALEIXANDRE, T. y LEIVA, A.- 1969. Areniscas triásicas del Bundsandstein, de la Provincia de Guadalajara, Atienza. Bol. Real Soc.Esp.Hist.Nat., Instituto Lucas Mallada de Geología.

- RAT, P.- 1958. Presentation geologique du versan cantabrique entre Pyrenees et Asturias. Instituto de estudios pirenaicos. C.S.I.C. Actas del tercer congreso internacional de estudios pirenaicos. Gerona.
- RINDELARY, V.- 1919. Notas sobre el Cretácico y Eoceno de Guipuzcoa. Bol.Inst.Geol. de Esp., tomo XL.
- WILLIAMS, H., TURNER, F.J. y GILBERT, Ch.- 1968. Petrography (introducción al estudio de las rocas en lámina delgada). Compañía editorial continental, S.A. Mexico-España-Argentina.